



**TUGAS AKHIR – SF141501**

**ANALISIS DAN SIMULASI PARAMETER AKUSTIK  
RUANG PADA GEDUNG KESENIAN CAK DURASIM  
SURABAYA**

**RETNO AJENG PRATIWI  
NRP 01111440000020**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Suyatno, M.Si  
Susilo Indrawati, M.Si**

**Departemen Fisika  
Fakultas Ilmu Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**





**TUGAS AKHIR - SF 141501**

**ANALISIS DAN SIMULASI PARAMETER AKUSTIK  
RUANG PADA GEDUNG KESENIAN CAK DURASIM  
SURABAYA**

Retno Ajeng Pratiwi  
NRP 01111440000020

Dosen Pembimbing  
Dr. Suyatno, M.Si  
Susilo Indrawati, M.Si

Departemen Fisika  
Fakultas Ilmu Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**FINAL PROJECT - SF 141501**

**ANALYSIS AND SIMULATION OF ROOM ACOUSTIC  
PARAMETER OF CAK DURASIM SURABAYA ART  
BUILDING**

Retno Ajeng Pratiwi  
NRP 01111440000020

Advisor  
Dr. Suyatno, M.Si  
Susilo Indrawati, M.Si

Department of Physics  
Faculty of Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**ANALISIS DAN SIMULASI PARAMETER AKUSTIK  
RUANG PADA GEDUNG KESENIAN CAK DURASIM  
SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas  
Akhir Program Strata 1  
Departemen Fisika,  
Fakultas Ilmu Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
RETNO AJENG PRATIWI  
NRP. 0111144000020

Disetujui oleh tim pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I  
Dr. Suyatno, M.Si  
NIP. 19760620 200212.1.004

(.....)

Dosen Pembimbing II  
Susilo Indrawati, M.Si  
NIP. 110020130.1.001

(.....)



# **ANALISIS DAN SIMULASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA GEDUNG KESENIAN CAK DURASIM SURABAYA**

**Nama** : Retno Ajeng Pratiwi  
**NRP** : 01111440000020  
**Departemen** : Fisika, FIA-ITS  
**Pembimbing I** : Dr. Suyatno, M.Si  
**Pembimbing II** : Susilo Indrawati, M.Si

## **Abstrak**

Dalam penelitian ini dibahas analisis parameter akustik ruang hasil pengukuran serta simulasi tata letak *loudspeaker* pada gedung kesenian Cak Durasim Surabaya. Gedung Cak Durasim memiliki fungsi ruang sebagai ruang pagelaran kesenian daerah dan musik modern. Dalam mengevaluasi ruang tersebut parameter yang perlu diukur berdasarkan ISO-3382-1 adalah persebaran SPL, waktu dengung,  $C_{50}$ , dan  $C_{80}$ . Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode *Impulse Response* yang berasal dari suara letusan balon berkekuatan  $\pm 125$  dB. Pengambilan data dilakukan dalam keadaan tanpa penonton (*audience*). Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh persebaran SPL yang kurang merata dengan selisih antara titik terdekat dengan titik terjauh dari sumber mencapai 14 dBA. Nilai waktu dengung yang dihasilkan sebesar 1,1 s yang menggambarkan kesan suara yang kurang “hidup”. Nilai  $C_{50}$  berada dalam rentang -4 – 5 dB sedangkan  $C_{80}$  berada dalam rentang 0 – 10 dB. Nilai  $C_{50}$  dan  $C_{80}$  yang dihasilkan tidak terdapat nilai yang mendominasi sehingga bisa dikatakan  $C_{50}$  dan  $C_{80}$  di dalam ruangan belum merata di tiap titik. Dari hasil pengambilan data tersebut maka perlu adanya penambahan *loudspeaker* untuk memperbaiki permasalahan akustik ruang yang terjadi. Simulasi



yang dilakukan adalah simulasi parameter akustik ruang pada kondisi eksisting dengan sistem tata suara dan simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara. Berdasarkan hasil simulasi, nilai terbaik diperoleh dari simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara dengan hasil persebaran SPL yang merata dengan selisih antara titik terdekat dan terjauh dari sumber adalah 6 dBA,  $C_{50}$  sebesar 4,5 dB, dan  $C_{80}$  sebesar 8,2 dB. Untuk waktu dengung tidak didapatkan perubahan yang signifikan yaitu 0,68 s atau dengan kata lain kesan suara yang dihasilkan di ruangan tersebut masih kurang “hidup”. Permasalahan rendahnya waktu dengung yang terjadi di dalam ruang Gedung Cak Durasim dapat diatasi dengan pemberian efek-efek tertentu dari *sound system* agar tidak perlu mengubah material penyusun ruang.

**Kata kunci :** Gedung kesenian, *Impulse response*, Parameter akustik, Persebaran SPL, Simulasi

***ANALYSIS AND SIMULATION OF ROOM ACOUSTIC  
PARAMETER OF CAK DURASIM SURABAYA ART  
BUILDING***

**Name** : Retno Ajeng Pratiwi  
**NRP** : 01111440000020  
**Major** : Physics, FIA-ITS  
**Advisor I** : Dr. Suyatno, M.Si  
**Advisor II** : Susilo Indrawati, M.Si

**Abstract**

*In this study discussed the analysis of acoustic parameters of measurement and simulation of loudspeaker layout at Cak Durasim Surabaya. Cak Durasim Building has the function of space as a regional art performances and modern music. In evaluating the space, the parameters that need to be measured according to ISO-3382-1 are SPL distribution, reverberation time,  $C_{50}$ , and  $C_{80}$ . The method that used in this research is Impulse Response method that comes from the sound of a powerful  $\pm 125$  dB balloon eruption. Measurements are made in a condition without audiences. Based on the measurement results, SPL distribution was less evenly with the difference between the closest point and the furthest point from the source reached 14 dBA. In addition, the value of reverberation time produced by 1.1 s which showed the impression of a sound that was less "alive". The value of  $C_{50}$  is in the range of -4 - 5 dB while  $C_{80}$  is in the range 0 - 10 dB. The resulting  $C_{50}$  and  $C_{80}$  values do not have dominating values so that it can be said that  $C_{50}$  and  $C_{80}$  in the room are not evenly distributed at each point. From these measurements, it was necessary to add loudspeaker to improve the parameter's problems. The simulation that was*

*carried out was the simulation of the room acoustic parameters on the existing conditions with the sound system and the alternative simulation of the improvement of the sound system. Based on the simulation result, the best value was obtained from the alternative simulation of the improvement of the sound system with the result of the SPL distribution evenly with the difference between the closest point and the furthest point from the source was 6 dBA,  $C_{50}$  was 4.5 dB, and  $C_{80}$  was 8.2 dB. For reverberation time there were no significant change that were 0.68 s or in other words the sound impression generated in the room was still less "alive". The problem of low reverberation time that was occurred in the building space of Cak Durasim can be overcome by giving certain effects of the sound system so it was no need to change the spatial material.*

**Keywords:** *Acoustic Parameter, Art Building, Impulse Response, Simulation, SPL Distribution*

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

### **“Analisis dan Simulasi Parameter Akustik Ruang pada Gedung Kesenian Cak Durasim Surabaya”.**

Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan kepada masyarakat Indonesia sebagai implementai kebermanfaatan bagi bangsa Indoneia dalam bidang yang penulis alami, yaitu fisika akustika dan bangunan. Penulisan laporan tugas akhir ini telah penulis susun dengan maksimal dan mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik dukungan moril, materiil dan pengertiannya dalam pembuatan laporan tugas akhir ini:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, alm Bapak Imam Supingi dan Ibu Sri Puji yang telah memberikan segala yang terbaik bagi penulis.
3. Bapak Dr. Suyatno, M.Si dan Ibu Susilo Indrawati, M.Si sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membagi pengalaman, wawasan, dan memberikan bimbingan terbaiknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak Dr. Yono Hadi P, M. Eng. dan Bapak Eko Minarto selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA

ITS yang telah memberikan kemudahan sarana kepada penulis selama kuliah sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.

5. Alta Integra yang telah memberikan kemudahan sarana dalam melakukan simulasi Tugas Akhir ini.
6. Dita Aulia A dan Dita Maulinda yang telah membantu dalam melakukan pengolahan data dan simulasi.
7. Teman-teman seperjuangan Akustik yang selalu menemani dan berjuang bersama di Laboratorium Akustik.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak, baik pihak terkait penelitian, maupun khalayak umum khususnya masyarakat Indonesia. Amiin, Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

rajengpratiwi.rap@gmail.com

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	iii
COVER PAGE .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
1.6 Manfaat Hasil Penelitian .....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Suara.....	5
2.2 Fenomena Akustik Ruang .....	6
2.2.1 Absorbsi (Penyerapan) .....	6
2.2.2 Refleksi (Pemantulan) .....	7
2.2.3 Difusi Suara.....	7

2.3 <i>Noise Criteria</i> .....	8
2.4 Parameter Akustik Ruang .....	11
2.4.1 Tingkat Tekanan Suara (SPL) .....	12
2.4.2 Waktu Dengung .....	12
2.4.3 <i>Clarity</i> (C50 dan C80) .....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1 Tahap-tahap penelitian .....	19
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Analisis data parameter kondisi eksisting .....	25
4.1.1 <i>Background Noise</i> (BN) dan <i>Noise Criteria</i> (NC) .....	25
4.1.2 Analisis Persebaran Tingkat Tekanan Suara (SPL) .....	27
4.1.3 Analisis Waktu Dengung (RT) .....	29
4.1.4 Analisis Nilai Kejelasan Suara Ucapan atau <i>Clarity</i> (C50) .....	32
4.1.5 Analisis Nilai Kejelasan Suara Musik atau C80 .....	34
4.2 Analisis data hasil simulasi 1 .....	37
4.2.1 Analisis data simulasi SPL .....	37
4.2.2 Analisis data simulasi waktu dengung (RT) .....	38
4.2.3 Analisis data simulasi kejelasan suara ucapan (C50) .....	39
4.2.4 Analisis data simulasi kejelasan suara musik (C80) .....	39
4.3 Analisis data hasil simulasi 2 .....	40
4.3.1 Analisis data simulasi SPL .....	40

4.3.2 Analisis data simulasi waktu dengung (RT).....	41
4.3.3 Analisis data simulasi kejelasan suara ucapan (C50) .	42
4.3.4 Analisis data simulasi kejelasan suara musik (C80)...	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>55</b>



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR TABEL**

**Tabel 2.1** Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi tertentu (Keputusan Menteri Tenaga Kerja, 1999).....10

**Tabel 3.1.** Parameter dan target desain yang harus dicapai.....21

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Perilaku Suara yang Mengenai Bidang Batas .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Kurva Noise Criteria (Beranek L. L., 1957) .....	9
<b>Gambar 2.3</b> Proses suara hingga sampai ke telinga.....	11
<b>Gambar 2.4</b> Grafik waktu dengung.....	13
<b>Gambar 2.5</b> Standard waktu dengung sebuah ruangan sesuai dengan fungsinya (Newman, 1974).....	14
<b>Gambar 2.6</b> Rasio antara energy awal dan akhir pada impuls response.....	15
<b>Gambar 2.7</b> Gedung kesenian Cak Durasim Surabaya (a) tampak luar dan (b) tampak dalam.....	17
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	19
<b>Gambar 3.2</b> Tampilan dalam Gedung Cak Durasim.....	20
<b>Gambar 3.3</b> Skema pengukuran .....	22
<b>Gambar 3.4</b> Desain ruang Gedung Cak Durasim.....	23
<b>Gambar 3.5</b> Langkah-langkah simulasi degan modul AURA ...	25
<b>Gambar 3.6</b> Posisi <i>loudspeaker</i> berdasarkan ketinggian (a) pada kondisi eksisting, (b) posisi <i>loudspeaker</i> pada simulasi alternatif perbaikan dengan ketinggian semua sama yaitu 6 meter, dan (c) posisi dua <i>loudspeaker</i> di depan panggung .....	26
<b>Gambar 4.1</b> Posisi Gedung Cak Durasim Surabaya .....	25
<b>Gambar 4.2</b> Persebaran Background Noise pada frekuensi 1000 Hz .....	26
<b>Gambar 4.3</b> Grafik data SPL pada frekuensi 1000 Hz kondisi eksisting.....	27
<b>Gambar 4.4</b> Persebaran SPL dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan .....	28
<b>Gambar 4.5</b> Grafik data waktu dengung pada kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz.....	30

<b>Gambar 4.6</b> Persebaran RT dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan .....	31
<b>Gambar 4.7</b> Grafik data $C_{50}$ kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz .....	32
<b>Gambar 4.8</b> Persebaran $C_{50}$ dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan .....	33
<b>Gambar 4.9</b> Grafik data $C_{80}$ kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz .....	34
<b>Gambar 4.10</b> Persebaran $C_{80}$ dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan .....	35
<b>Gambar 4.11</b> Hasil simulasi persebaran SPL pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara pada frekuensi 1000 Hz.....	37
<b>Gambar 4.12</b> Hasil persebaran SPL pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara.....	38
<b>Gambar 4.13</b> Hasil distribusi RT pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara.....	38
<b>Gambar 4.14</b> Hasil distribusi $C_{50}$ pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara.....	39
<b>Gambar 4.15</b> Hasil distribusi $C_{80}$ pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara.....	40
<b>Gambar 4.16</b> Hasil persebaran SPL pada simulasi alternatif perbaikan tata suara.....	41
<b>Gambar 4.17</b> Hasil distribusi RT pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara.....	41
<b>Gambar 4.18</b> Hasil distribusi $C_{50}$ pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara.....	42
<b>Gambar 4.19</b> Hasil distribusi $C_{80}$ pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara.....	43



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Taman Budaya (TMB) Jawa Timur merupakan salah satu pusat kesenian yang terletak di Jalan Genteng Kali 85, Surabaya. TMB Jatim memiliki beberapa gedung, salah satunya adalah gedung Cak Durasim. Nama Cak Durasim diambil dari nama pendirinya yaitu Gondo Durasim. Gedung Cak Durasim sering digunakan untuk pertunjukan kesenian seperti Ludruk dan tari tradisional. Bahkan musik modern dari suatu grup band juga pernah ditampilkan disana.

Pada gedung pertunjukan, kualitas tata akustik merupakan salah satu unsur keberhasilan dari desain gedung itu sendiri. Karena fungsinya yang sangat penting maka Gedung Cak Durasim perlu memiliki kualitas akustik ruang yang baik bagi pemain di atas panggung maupun pendengar di bangku penonton. Namun sering kali pada saat diselenggarakan pertunjukan terjadi beberapa masalah akustik seperti suara yang terdengar sangat keras pada tempat-tempat duduk tertentu dan suara yang terlalu dengung. Berdasarkan ISO-3382-1 terdapat beberapa parameter akustik yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap sebuah ruang, terutama ruang auditorium. Parameter tersebut diantaranya adalah *Sound Pressure Level* (SPL), *Reverberation Time* (RT), dan *Clarity* ( $C_{80}$  dan  $C_{50}$ ).

Penelitian terakhir terkait gedung ini dilakukan sebelum gedung direnovasi. Pada penelitian yang sudah ada sebelumnya, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dea Smita Pangesti dkk, mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya tahun 2015, perbaikan Gedung Cak Durasim lebih difokuskan kepada desain ulang bangunan dan pengukuran waktu dengung. Sementara pada tahun 2017, Gedung Cak Durasim kembali dilakukan renovasi dan belum dilakukan evaluasi ulang terkait karakteristik akustiknya. Oleh sebab itu diperlukan sebuah analisis dan evaluasi akustik ruang yang lebih detail terkait ruangan tersebut

yang telah direnovasi. Pada penelitian ini dilakukan analisis parameter-parameter akustik yang telah disebutkan melalui pengukuran dan simulasi parameter akustik ruang menggunakan *software EASE*.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan yang ada dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimanakah performa akustik ruang pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara?
2. Bagaimana hasil simulasi parameter akustik ruang pada kondisi eksisting dengan sistem tata suara?
3. Bagaimana sistem tata suara yang sesuai dengan karakteristik ruangan yang disimulasikan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan evaluasi parameter akustik ruang pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara
2. Melakukan simulasi parameter akustik ruang pada kondisi eksisting dengan sistem tata suara
3. Melakukan simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagian gedung yang diteliti adalah area penonton
2. Parameter akustik yang diamati adalah persebaran SPL, RT,  $C_{50}$  dan  $C_{80}$
3. Proses simulasi ruang menggunakan *software EASE 4.4*
4. Proses simulasi yang dilakukan adalah simulasi sistem tata suara baik untuk kondisi eksisting maupun untuk alternatif perbaikan



### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam lima bab yaitu: Bab 1: Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, maksud dan tujuan, perumusan masalah dan manfaat tugas akhir. Bab 2: Tinjauan Pustaka, berisi mengenai kajian pustaka yang digunakan pada tugas akhir. Bab 3: Metodologi Penelitian, berisi tentang metode dan tahap pengambilan data. Bab 4: Analisis Data dan Pembahasan, berupa hasil data yang diperoleh, serta analisis yang dilakukan. Bab 5: Kesimpulan, berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

### **1.6 Manfaat Hasil Penelitian**

Manfaat penelitian ini yaitu dapat mengetahui sistem tata suara ruang yang sesuai agar didapatkan hasil parameter akustik ruang yang sesuai dengan Standard Internasional pada Gedung Kesenian Cak Durasim sebagai ruang pertunjukan kesenian tradisional. Selain itu juga hasil dari penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk perbaikan ruang Gedung Cak Durasim, Surabaya terutama dalam hal kejelasan suara.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Suara

Suara adalah fenomena perambatan energi mekanik dalam bentuk gelombang longitudinal yakni terjadinya pemampatan dan perenggangan partikel udara. Cepat atau lambatnya getaran ini dihubungkan dengan besaran frekuensi yang didefinisikan sebagai jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu. Getaran yang terlalu cepat ataupun terlalu lambat tidak dapat dideteksi oleh manusia. Bila jumlah getaran dihitung perdetik, maka frekuensi dinyatakan dalam Hz. Batas frekuensi Suara yang dapat didengar oleh telinga manusia berkisar antara 20 Hz sampai 20 kHz. Suara di atas 20 kHz disebut ultrasonik dan di bawah 20 Hz disebut infrasonik. Dalam terapan akustik, kecepatan rambat gelombang suara di udara ( $c$ ) diambil sebesar 340 m/s. Persamaan (2.1) menunjukkan hubungan antara cepat rambat gelombang, frekuensi serta panjang gelombang.

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :  $c$  = kecepatan rambat suara (m/s)

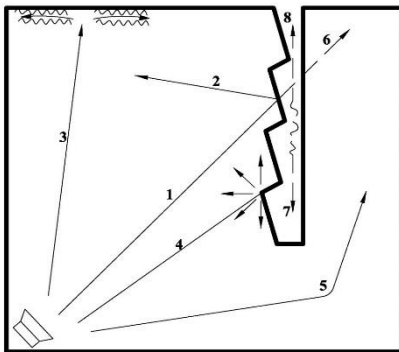
$f$  = frekuensi suara (Hz)

Berdasarkan pada persamaan (2.1), maka selang panjang gelombang suara yang dapat didengar (*audible sound*) adalah antara 17 mm sampai 17 meter. Selain frekuensi suara yang dikaitkan dengan tinggi rendahnya suara, kuat lemahnya suara juga akan menentukan apakah suatu suara dapat didengar atau tidak. Kuat lemahnya suara disebut dengan tekanan suara. Untuk suara berfrekuensi 1000 Hz tekanannya haruslah berada dalam selang 20  $\mu$ Pa sampai sekitar 100 Pa. Di luar itu pada umumnya suara tak dapat didengar, entah karena tekanannya terlampau kecil sehingga tidak dapat berinteraksi dengan organ pendengaran atau karena tekanannya terlampau besar, sehingga dapat

menimbulkan rasa sakit bagi yang mendengarkan (Prasetio, 2003).

## 2.2 Fenomena Akustik Ruang

Gelombang suara memiliki sifat dapat memantul beraturan ketika melewati bidang datar dan memantul tidak beraturan bila mengenai objek dengan bidang yang tidak teratur. Selain itu gelombang juga dapat diserap dan diteruskan atau ditransmisikan saat mengenai objek yang terbuat dari material tertentu. Ketika mengenai objek yang memiliki celah, gelombang suara akan berusaha menerobosnya. Fenomena akustik ruang ketika suara mengenai objek tersebut lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Leslie, 1972).



Perambatan suara dalam ruang:

- Suara merambat pada medium (no. 1, 7, 8)
- Suara dipantulkan (no. 2)
- Suara diserap (no. 3)
- Suara ditransmisikan (no. 6)
- Suara didifusikan (no. 4)
- Suara didifraksikan (no. 5)

**Gambar 2.1** Perilaku Suara yang Mengenai Bidang Batas

Berdasarkan fenomena suara dalam ruang yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1 terdapat 3 hal yang umumnya pasti terjadi pada suatu ruang pagelaran yaitu Absorpsi, Refleksi, dan Difusi.

### 2.2.1 Absorpsi (Penyerapan)

Efisiensi penyerapan suara pada frekuensi tertentu disebut koefisien penyerapan suara. Koefisien penyerapan suara adalah bagian dari energi gelombang suara yang diserap atau tidak

dipantulkan oleh permukaan. Koefisien ini dinyatakan dalam huruf  $\alpha$  (*alfa*) yang bernilai antara 0 – 1. Sebuah benda yang memiliki nilai  $\alpha=0$  menunjukkan bahwa bahan tersebut akan memantulkan semua energi yang diterimanya, sementara jika  $\alpha=1$  berarti bahwa semua energi akan diserap oleh bahan. Contoh pada 500 Hz bila bahan akustik menyerap 65% dari energi suara datang dan memantulkan 35% energi suara tersebut, maka koefisien penyerapan suara bahan ini adalah 0,65. Nilai koefisien penyerapan suara bergantung pada frekuensi. Dengan kata lain ada kemungkinan terdapat perbedaan nilai koefisien penyerapan suatu bahan di tiap frekuensi (Leslie, 1972).

### 2.2.2 Refleksi (Pemantulan)

Selain diserap, energi suara yang diterima oleh sebuah permukaan akan di pantulkan. Gejala pemantulan suara yaitu suara datang dan pantul terletak pada bidang datar sama dan sudut gelombang suara datang sama dengan sudut gelombang suara pantul (Hukum Snellius). Pemantulan suara hanya berlaku jika panjang gelombang suara lebih kecil dari ukuran permukaan pantul. Ini berarti bahwa penggunaan permukaan pantul harus diperkirakan dengan cermat untuk suara dengan frekuensi rendah. Permukaan pemantul cembung cenderung menyebarkan gelombang suara dan permukaan pemantul cekung cenderung mengumpulkan gelombang suara pantul dalam ruangan (Leslie, 1972).

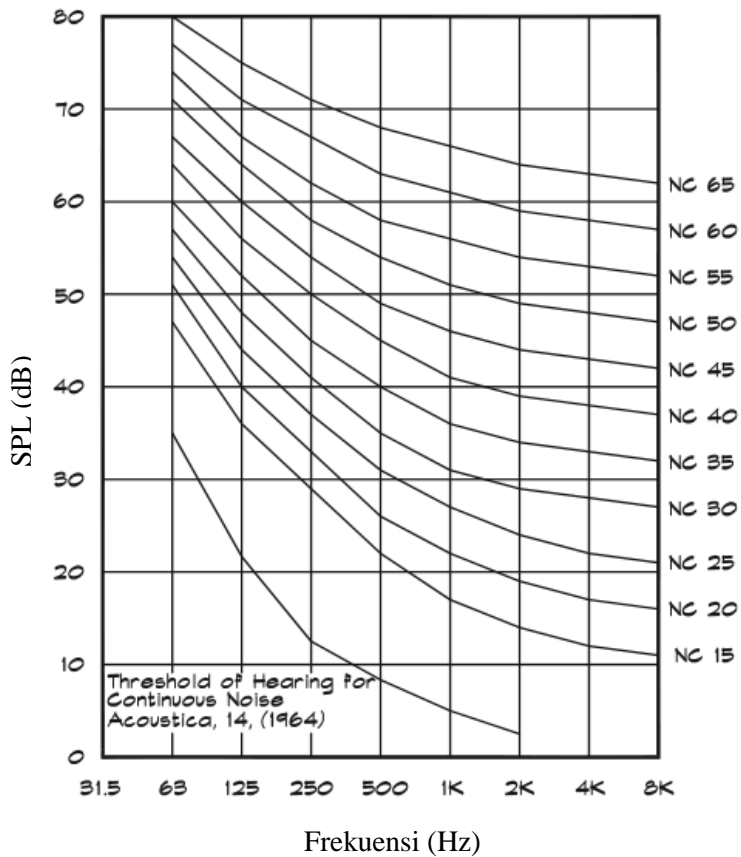
### 2.2.3 Difusi Suara

Bila tingkat tekanan suara di setiap bagian suatu auditorium sama dan gelombang suara dapat menyebar ke segala arah, maka medan suara dikatakan serba sama. Dengan kata lain terjadi difusi suara atau persebaran suara di dalam ruang. Difusi suara yang baik diperlukan pada jenis ruang auditorium karena ruangan tersebut membutuhkan distribusi suara yang merata demi kenyamanan pendengar di dalam ruangan.

Harus diingat bahwa ukuran keseluruhan dari permukaan yang menonjol dan ukuran dari tampilan lapisan penyerap harus lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang suara dalam seluruh jangkauan frekuensi audio (Leslie, 1972).

### **2.3 Noise Criteria**

*Background Noise* adalah suara di sekitar kita yang muncul secara tetap dan stabil pada tingkat tertentu, tanpa adanya sumber *noise* yang muncul secara menonjol. Selain ditentukan oleh tingkat kebisingan (dB), tingkat gangguan bising latar belakang juga ditentukan oleh frekuensi suara yang muncul. Oleh karenanya, kedua faktor itu kemudian dipertimbangkan bersama dalam sebuah pengukuran yang disebut *Noise Criteria* (NC). Gambar 2.2 menunjukkan tingkat ketenggangan telinga manusia pada suara multi frekuensi yang menjadi *Background Noise*. Selain itu, dari gambar tersebut dapat dipelajari bahwa meski setiap kurva mewakili nilai NC tertentu, namun pada frekuensi tinggi secara umum nilai SPL-nya rendah atau menurun. Hal ini menunjukkan bahwa telinga manusia lebih nyaman (tidak merasa sakit) mendengar suara berfrekuensi rendah daripada suara berfrekuensi tinggi. Spektrum suara yang dikeluarkan oleh objek yang menghasilkan *Background Noise* idealnya persis seperti tergambar, untuk mencegah ketidaknyamanan. Pergeseran bentuk kurva dimungkinkan pada posisi sebanyak-banyaknya lebih tinggi 3 dB pada salah satu atau dua frekuensi seperti tercantum asalkan dua sampai empat frekuensi yang lain lebih rendah 3 dB dari kurva tergambar pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Kurva *Noise Criteria* (Beranek L. L., 1957)

Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja, nilai NC dan SPL yang dianjurkan untuk suatu bangunan atau ruang adalah seperti pada Tabel 2.1.

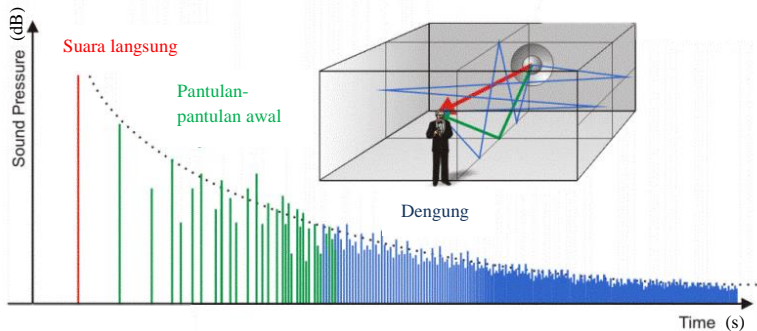
**Tabel 2.1** Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi tertentu (Keputusan Menteri Tenaga Kerja, 1999)

Fungsi Bangunan/Ruang	Nilai NC yang disarankan	Identik dengan tingkat kebisingan (dBA)
Ruang konser, opera, studio rekam, dan ruang lain dengan tingkat akustik sangat kecil	NC 15 – NC 20	25 s.d 30
Rumah sakit, dan ruang tidur/istirahat pada rumah tinggal, apartemen, motel, hotel, dan ruang lain untuk istirahat/tidur	NC 20 – NC 30	30 s.d 40
Auditorium multi fungsi, studio radio/televisi, ruang konferensi, dan ruang lain dengan tingkat akustik yang sangat baik	NC 20 – NC 30	30 s.d 40
Kantor, kelas, ruang baca, perpustakaan, dan ruang lain dengan tingkat akustik yang baik	NC 30 – NC 35	40 s.d 45
Kantor dengan penggunaan ruang bersama, cafetaria, tempat olahraga, dan ruang lain dengan tingkat akustik cukup	NC 35 – NC 40	45 s.d 50
Lobi, koridor, ruang bengkel kerja, dan ruang lain yang tidak memerlukan tingkat akustik yang cermat	NC 40 – NC 45	50 s.d 55
Dapur, ruang cuci, garasi pabrik, pertokoan	NC 45 – NC 55	55 s.d 65



## 2.4 Parameter Akustik Ruang

Suara dari sumber suara sampai ke telinga pendengar terbagi menjadi 3 jenis yaitu suara langsung, suara pantulan-pantulan awal, dan suara dengung. Ketiga jenis suara ini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Proses suara hingga sampai ke telinga (mystudio.co.id)

Kualitas suara yang kita dengar bergantung pada seberapa banyak dari ketiga jenis suara tersebut yang kita terima. Jika semakin banyak suara langsung maupun suara pantulan-pantulan awal yang kita terima maka suara yang kita dengar semakin jelas. Sedangkan jika semakin banyak suara dengung yang kita terima maka suara yang kita dengar semakin kurang jelas.

Mengevaluasi kualitas akustik dari sebuah gedung, diperlukan standard dan parameter akustik yang dapat menunjukkan sebuah kualitas dari bangunan. Berikut ini adalah parameter akustik yang di analisis pada penelitian kali ini.

### 2.4.1 Tingkat Tekanan Suara (*Sound Pressure Level/SPL*)

Tingkat tekanan suara atau *sound pressure level* (SPL) adalah skala logaritmik dari tekanan suara yang diukur relatif terhadap tekanan suara referensinya. Telah disebutkan bahwa telinga manusia dapat mendengar suara yang berada dalam rentang 20  $\mu\text{Pa}$  sampai sekitar 100 Pa, maka jelas terlihat bahwa rentangnya terlalu panjang hingga mencapai  $10^7$ . Oleh sebab itu untuk mempermudah pemahaman tentang tekanan suara dibuatlah skala logaritmis. Skala ini bernilai logaritmis karena respon telinga terhadap rangsangan tekanan tidaklah linier. Secara matematis dirumuskan seperti pada persamaan (2.2) :

$$SPL = 20 \log \frac{p}{p_{ref}} \text{ dB} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan SPL : tingkat tekanan suara

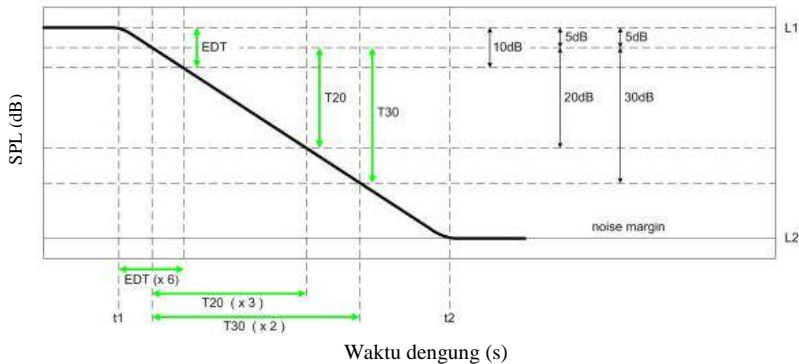
p : tekanan suara

$p_{ref}$  : tekanan suara referensi ( $2 \times 10^{-5} \text{ pa}$ )

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan (2.2) didapatkan bahwa telinga manusia dapat mendengar suara yang berada dalam rentang 0 dB – 134 dB. Suara dengan SPL lebih dari 134 dB umumnya dapat menyebabkan rasa sakit pada telinga.

### 2.4.2 Waktu Dengung

Waktu dengung (*Reverberation Time/RT*) yang sering disebut juga sebagai T60 yaitu waktu yang dibutuhkan bagi suara untuk melemah hingga 60 dB. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Grafik waktu dengung ([www.proav.de](http://www.proav.de))

RT dapat dievaluasi berdasarkan rentang dinamis yang lebih kecil dari 60 dB dan diekstrapolasikan ke waktu peluruhan 60 dB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. RT yang berasal dari waktu di mana kurva peluruhan pertama mencapai 5 dB dan 25 dB di bawah tingkat awal disebut dengan T20. Jika nilai peluruhan RT 5 dB hingga 35 dB di bawah tingkat awal digunakan disebut dengan T30. EDT atau *Early Decay Time* yang diperkenalkan oleh V. Jordan yaitu perhitungan waktu dengung (RT) yang didasarkan pada pengaruh suara langsung dan pantulan-pantulan awal yaitu waktu yang diperlukan SPL untuk meluruh sebesar 10 dB (antara 0 dB dan -10 dB). EDT secara subyektif lebih penting dan terkait dengan gema yang dirasakan, sementara T berhubungan dengan sifat fisik dari auditorium (ISO-3382-1).

EDT adalah perhitungan waktu dengung yang mencakup suara langsung, pantulan-pantulan awal dan dengung. Sedangkan T30 adalah perhitungan waktu dengung yang hanya mencakup dengung. Oleh sebab itu EDT lebih penting dan lebih akurat dalam hal menganalisis persepsi pendengar terhadap suara yang terjadi.

Aspek yang mempengaruhi waktu dengung antara lain adalah volume ruang dan banyaknya bahan-bahan yang memiliki sifat menyerap meredam suara dan bahan-bahan yang memantulkan

suara. Nilai waktu dengung dari suatu ruangan sendiri dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan (2.3):

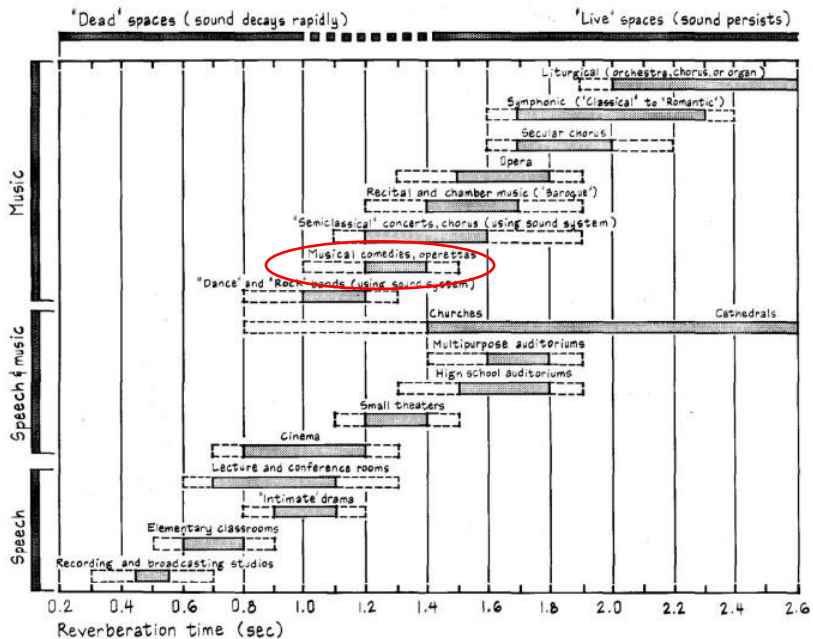
$$T = \frac{0,16V}{A} \text{ sekon} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

V = Volume ruangan (meter<sup>3</sup>)

A = Penyerapan total ruang (meter<sup>2</sup> sabine)

Waktu dengung minimal untuk masing-masing ruangan berbeda-beda tergantung fungsi dan kegunaan dari ruangan tersebut (Beranek, 1960). Gambar 2.5 menunjukkan grafik waktu dengung ideal yang dapat dimiliki oleh gedung sesuai dengan

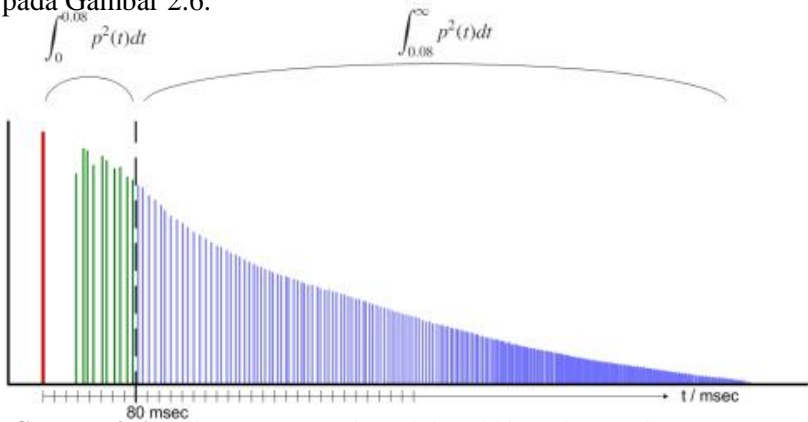


**Gambar 2.5** Standard waktu dengung sebuah ruangan sesuai dengan fungsinya (Newman, 1974)

Pada penelitian ini ruangan yang digunakan adalah *Musical comedies operettas*. Berdasarkan Gambar 2.5 waktu dengung yang baik untuk *Musical comedies operettas* berada pada selang 1,2 – 1,4 detik.

#### 2.4.3 Clarity ( $C_{50}$ dan $C_{80}$ )

*Clarity* adalah perbandingan antara energi awal suara pada 50-80 ms pertama dengan suara pantulnya seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Rasio antara energi awal dan akhir pada *impulse response* (mystudio.co.id)

Menurut (Gjers, 2014) nilai tingkat kejelasan suara baik untuk ucapan maupun musik dapat dinyatakan dengan persamaan (2.4) :

$$C_x = 10 \log \frac{\int_0^x p^2(t) dt}{\int_x^\infty p^2(t) dt}, \quad (x=50 \text{ atau } x=80) \dots \dots \dots (2.4)$$

$C_{50}$  biasa digunakan untuk pengukuran tingkat kejelasan ucapan (*speech*) sedangkan  $C_{80}$  biasa digunakan untuk pengukuran tingkat kejelasan musik. Semakin tinggi nilai  $C_{50}$  atau  $C_{80}$  maka suara akan semakin tidak bagus dengan mengacu pada asumsi bahwa suara yang ditangkap pendengar dalam percakapan adalah sebelum rentang 50-80 ms dan suara yang datang

sesudahnya dianggap suara yang merusak. Batas ini ditujukan untuk kejelasan pada musik (Beranek, 1960). Nilai  $C_{80}$  yang direkomendasikan untuk ruang pagelaran berkisar antara -5 dB - 5 dB sedangkan  $C_{50}$  berkisar antara -4 dB - 4 dB (ISO 3382-1).

Nilai-nilai parameter akustik ruang yang direkomendasikan untuk Gedung Cak Durasim sebagai ruang pagelaran tradisional (gamelan Jawa) dan musik modern adalah RT yang berada dalam rentang 1,2 – 1,4 s. (Suyatno, 2016),  $C_{50}$  yang berada dalam rentang -4 – 4 dB dan  $C_{80}$  yang berada dalam rentang -5 – 5 dB.

## **2.5 Gedung Kesenian Cak Durasim Surabaya**

Taman Budaya Jawa Timur merupakan sebuah bangunan cagar budaya yang dilindungi oleh Pemerintah Kota Surabaya. Taman budaya ini terletak di Jl. Genteng Kali 85 Surabaya, tepat menghadap ke Sungai Kalimas. Berlokasi di lahan seluas 10.400 m<sup>2</sup>, taman budaya ini telah menjadi sarana berkumpulnya para penggiat dan penikmat seni budaya, khususnya di wilayah Jawa Timur.

Sejak awal tahun 2011, Taman Budaya Jawa Timur telah memulai kiprahnya sebagai pusat seni dengan berbagai kegiatan seputar pertunjukan kesenian, pengkajian kesenian, serta apresiasi, inventarisasi dan dokumentasi kesenian. Di Taman Budaya Jawa Timur terdapat sebuah gedung kesenian tertutup yaitu Gedung Kesenian Cak Durasim yang sering pula ditampilkan berbagai pertunjukan seni budaya, antara lain ludruk, ketoprak, wayang orang, wayang kulit, seni tari, seni musik, seni pakeliran, teater, dan masih banyak lagi. Gambar 2.7 merupakan tampak luar dan dalam dari Gedung Cak Durasim.



**Gambar 2.7** Gedung kesenian Cak Durasim Surabaya (a) tampak luar dan (b) tampak dalam

Parameter akustik ruang yang perlu diukur untuk sebuah ruang auditorium antara lain adalah persebaran SPL, waktu dengung (RT), kejelasan suara *speech* ( $C_{50}$ ) dan kejelasan suara musik ( $C_{80}$ ) (ISO 3382-1).

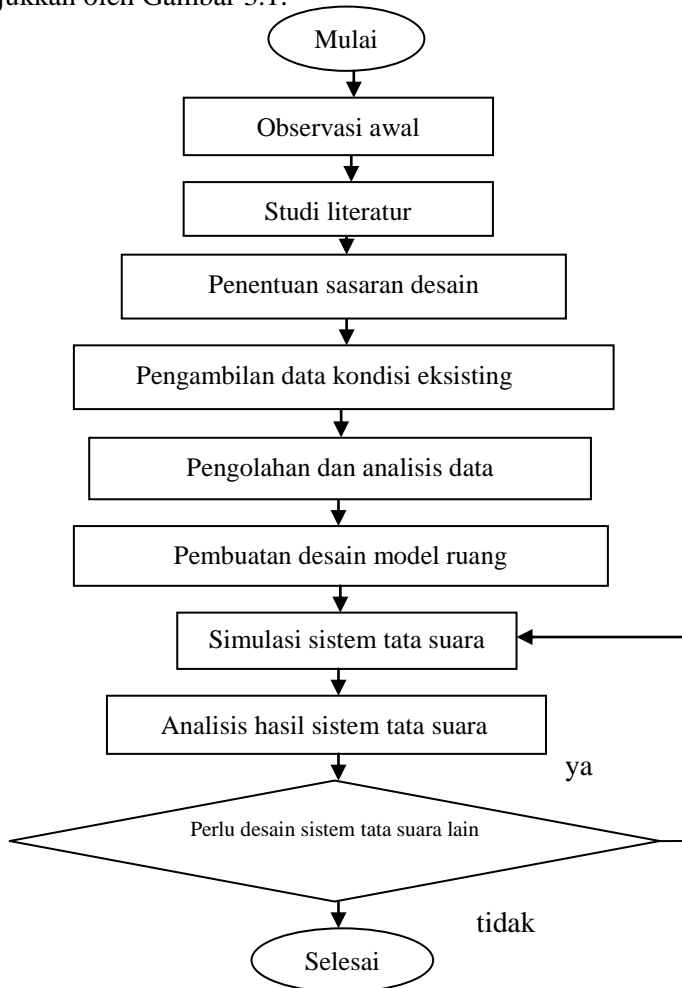




## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahap-tahap penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



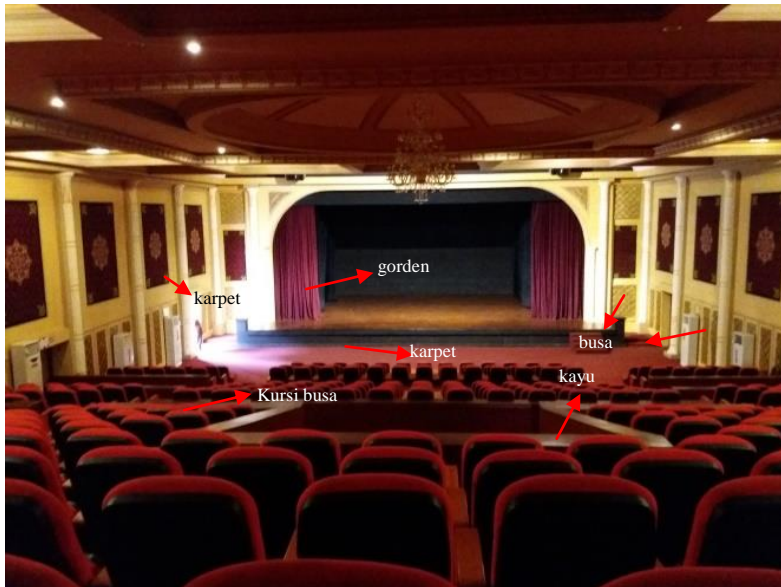
**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Penjelasan Diagram Alir

#### 3.2.1 Observasi awal

Pada tahap ini dilakukan observasi posisi sumber suara, posisi *loudspeaker* dan posisi duduk penonton (*audiens*) sehingga untuk pengambilan data selanjutnya dapat ditentukan berapa titik yang perlu diamati sebagai perwakilan posisi duduk *audiens*.

Gedung Cak Durasim berbentuk persegi panjang dengan lantai bagian dalam tempat dimana *audiens* berada disusun bertingkat. Dinding-dindingnya disusun oleh material penyusun ruang yang mayoritas bersifat menyerap suara serta terdapat panggung di dalam gedung tersebut. Untuk lebih jelasnya seperti Gambar 3.2 di bawah ini.



**Gambar 3.2** Tampilan dalam Gedung Cak Durasim beserta material penyusun

### 3.2.2 Studi literatur

Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah mempelajari tentang akustik arsitektural, seperti bagaimana ruangan yang akustiknya baik, parameter-parameter apa saja yang perlu dianalisis sesuai dengan ruangan yang diuji, serta sistem tata suara yang sesuai dengan karakteristik ruang yang akan diuji.

### 3.2.3 Penentuan sasaran desain

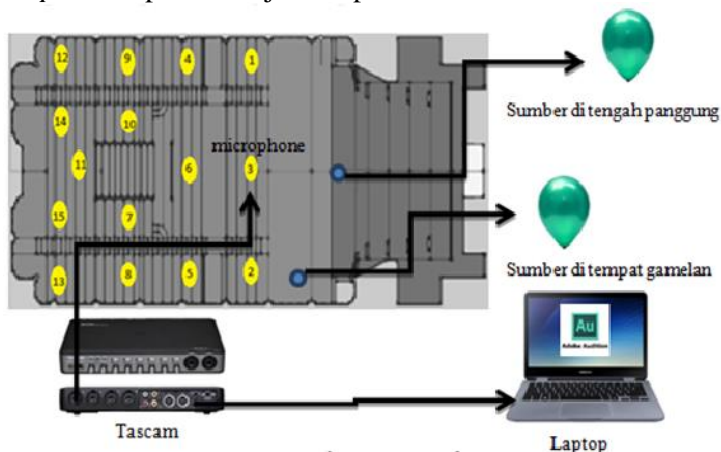
Setelah dilakukan studi literatur, hal yang selanjutnya dilakukan adalah menentukan jenis ruangan yang akan dianalisis parameter akustiknya dan kemudian dilakukan simulasi akustik. Ruangan yang akan diuji adalah auditorium yang biasa digunakan untuk pertunjukkan seni tradisional maupun musik modern. Berdasarkan kegunaan ruangnya maka dapat ditentukan parameter akustik apa saja yang akan dianalisis. Parameter-parameter akustik yang dianalisis antara lain adalah *Background Noise*, SPL, RT,  $C_{50}$ , dan  $C_{80}$ . *Background Noise* perlu dianalisis karena untuk mengetahui apakah *Background Noise* yang terjadi di ruangan tersebut sudah sesuai atau belum dengan yang direkomendasikan berdasarkan fungsi ruangan. SPL perlu dianalisis karena ruangan yang akustiknya baik adalah ruangan dengan persebaran SPL yang merata. RT juga perlu dianalisis karena untuk menunjukkan seberapa hidup kesan suara di dalam ruangan tersebut. Selain itu  $C_{50}$  dan  $C_{80}$  perlu dianalisis karena untuk menunjukkan tingkat kejelasan suara ucapan dan kejelasan suara musik. Tabel 3.1 menunjukkan preferensi desain yang harus dicapai.

**Tabel 3.1.** Parameter dan preferensi desain yang harus dicapai

Parameter	Persepsi	Preferensi
SPL ( <i>Sound Pressure Level</i> )	Kelantangan dan pemerataan	45 dBA di atas <i>Background Noise</i> dengan selisih max dan min 6 dBA
RT (Waktu dengung)	Hidup	1.2 – 1.4 s
C <sub>50</sub>	Kejelasan ucapan	-4 < x < 4 dB
C <sub>80</sub>	Kejelasan musik	-5 < x < 5 dB

### 3.2.4 Pengambilan data kondisi eksisting

Pengambilan data kondisi eksisting dilakukan menggunakan metode *Impulse Response* dalam keadaan tanpa *audience*. Sumber suara yang digunakan adalah suara letusan balon dengan SPL  $\pm 125$  dB yang diletakkan di dua variasi posisi yaitu di tengah panggung dan di tempat gamelan. Suara dari sumber kemudian direkam menggunakan *software Adobe Audition*. Pengukuran dilakukan di 15 titik pengukuran. Titik pada gambar mewakili *microphone* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Skema alat pengambilan data parameter akustik ruang pada kondisi eksisting

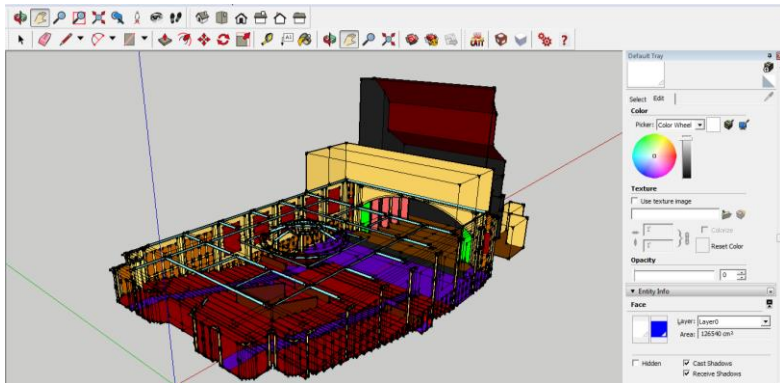
### 3.2.5 Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data dilakukan dengan memotong sinyal suara hasil rekaman pada *Adobe Audition*, kemudian dilakukan kalkulasi data menggunakan *software YMEC*. Setelah dilakukan kalkulasi, maka akan muncul data hasil pengolahan dalam *Sound Analyzer*. Setelah semua data telah diolah, dibuat pemetaan (*mapping*) dengan menggunakan *software Surfer* untuk memudahkan pengamatan.

Setelah pengolahan data kemudian dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan dengan mengamati nilai parameter per titik pengamatan pada frekuensi 1000 Hz. Analisis yang dilakukan meliputi hal-hal yang dapat mempengaruhi nilai parameter dan perbandingan nilai parameter yang didapat dari pengukuran dengan standard yang ada.

### 3.2.6 Pembuatan desain model ruang

Pada tahap ini dilakukan pembuatan desain model ruang menggunakan *software SketchUp 2017*. Pada tahap ini ada beberapa ketentuan yakni, permukaan tidak boleh memiliki ketebalan, tidak boleh ada ruang dalam ruang, tidak boleh ada lubang dalam ruang serta semua material yang sama diberi warna sama agar mempermudah input material di *EASE 4.4*. Hasil desain ditunjukkan oleh Gambar 3.4.

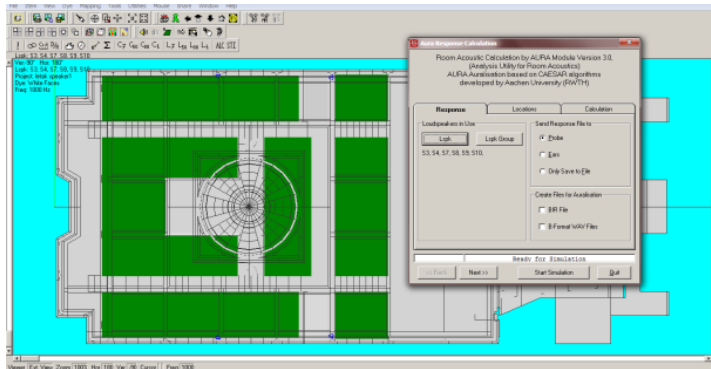


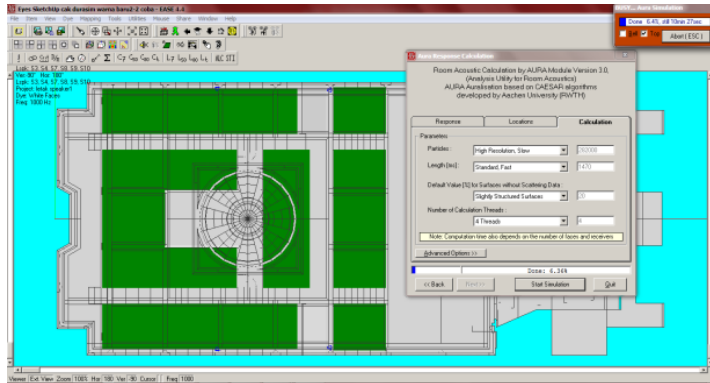
**Gambar 3.4** Desain ruang Gedung Cak Durasim

### 3.2.7 Simulasi sistem tata suara

Dalam melakukan simulasi sistem tata suara, digunakan perangkat lunak (*software*) *EASE 4.4*. Tujuannya adalah agar bangunan tersebut memiliki kualitas akustik yang sesuai dengan standard yang telah ditentukan berdasarkan kegunaannya tanpa harus melakukan *trial* dan *error*. Dalam *software EASE 4.4*, terdapat bank data yang lebih banyak, dari berbagai macam jenis speaker hingga berbagai macam jenis material. Selain itu menu pada *EASE 4.4* lebih lengkap dibandingkan program simulasi lain sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat.

*EASE 4.4* dapat melakukan *import* desain bangunan dari *software SketchUp* yang kemudian dapat dilakukan simulasi akustik. Simulasi akustik dilakukan menggunakan modul AURA pada *EASE 4.4* karena hasil yang didapatkan lebih akurat daripada modul perhitungan cepat pada *EASE 4.4*. Cara melakukan simulasi akustik menggunakan modul AURA ditunjukkan oleh Gambar 3.5.



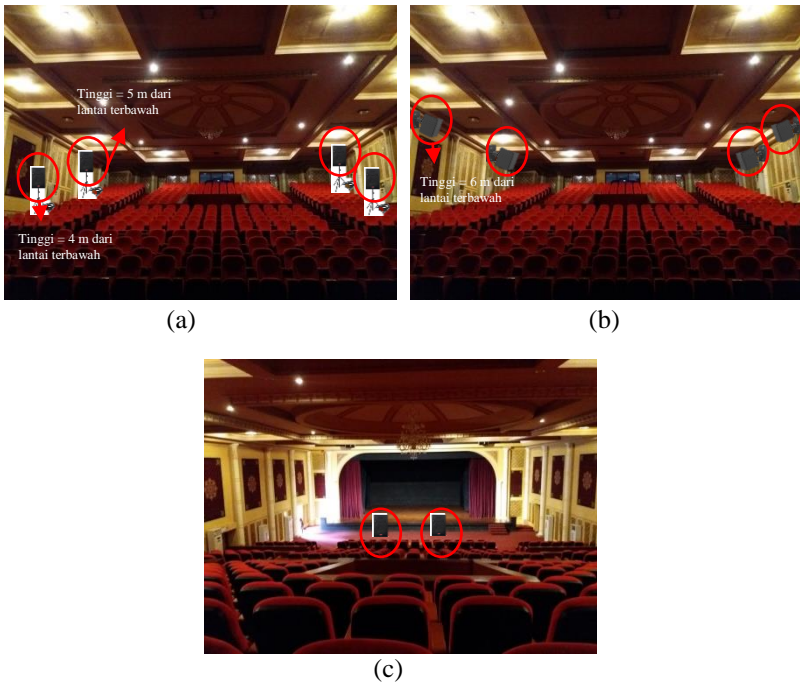


(b)

**Gambar 3.5** Langkah-langkah simulasi dengan modul AURA

Pada Gambar 3.5 (a) dipilih *Lspk* untuk menentukan sumber suara yang akan diaktifkan pada simulasi. Setelah itu pada bagian *Send Response File to* dipilih *Ears* dan pada bagian *Create Files to Auralisation* dipilih keduanya. Kemudian pada menu *Calculation*, ketentuannya sesuai dengan Gambar 3.5 (b). Jenis *loudspeaker* yang digunakan dalam simulasi adalah *loudspeaker portable*.

Simulasi yang dilakukan adalah simulasi sistem tata suara pada kondisi eksisting dan simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara berdasarkan letak ketinggian dan arah *loudspeaker*. Tinggi dari ruang Gedung Cak Durasim adalah 7 meter. Kedua simulasi dilakukan menggunakan 6 buah *loudspeaker* yaitu seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Posisi *loudspeaker* berdasarkan ketinggian (a) pada kondisi eksisting, (b) posisi *loudspeaker* pada simulasi alternatif perbaikan dengan ketinggian semua sama yaitu 6 meter, dan (c) posisi dua *loudspeaker* di depan panggung

### 3.2.8 Analisis hasil simulasi sistem tata suara

Setelah desain-desain yang telah disebutkan pada poin 7, langkah selanjutnya adalah dilakukan simulasi parameter akustik yang telah ditentukan dengan memberikan input *background noise* 34 dB. Selain itu diberikan pula input daya sebesar 1 watt pada semua *loudspeaker* untuk mengetahui kesebandingan tiap *loudspeaker*. Kemudian hasil dari simulasi-simulasi tersebut dianalisis untuk mendapatkan desain mana yang hasilnya paling maksimal sesuai dengan preferensi yang telah ditentukan.



## **BAB IV**

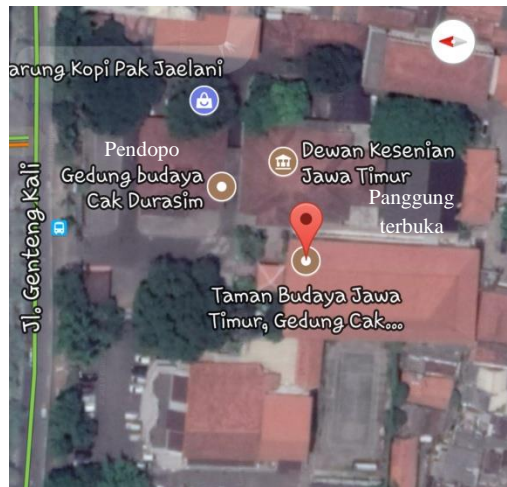
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisis data parameter akustik pada kondisi eksisting**

Pada pengukuran langsung di Gedung Cak Durasim dalam kondisi tanpa *audience* (kondisi eksisting) didapatkan data-data parameter akustik yang kemudian akan dilakukan analisis sebagai berikut.

##### **4.1.1 Background Noise (BN) dan Noise Criteria (NC)**

Gedung Cak Durasim terletak di Jl. Genteng Kali 85 Surabaya. Posisi gedung ini terletak di dalam kompleks Taman Budaya Jawa Timur. Untuk lebih jelasnya posisi Gedung Cak Durasim ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

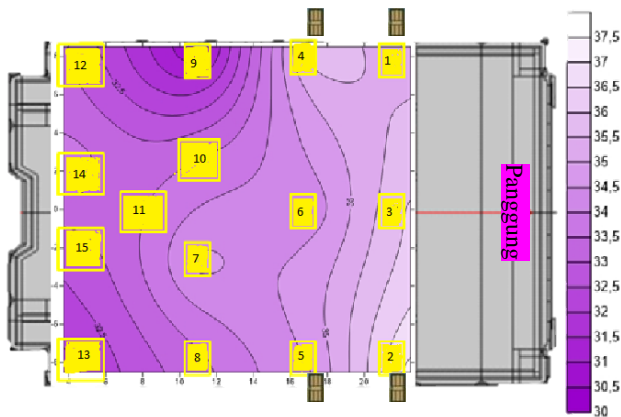


**Gambar 4.1** Posisi Gedung Cak Durasim Surabaya

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa di sebelah kanan gedung ini terdapat pendopo dan panggung terbuka yang biasa digunakan untuk pertunjukan kesenian dan latihan tari. Selain itu juga terdapat kantor Dewan Kesenian Jawa Timur. Sedangkan di sebelah kiri gedung terdapat gedung-gedung lain di luar kompleks

Taman Budaya Jawa Timur. Gedung Cak Durasim menghadap jalan raya, namun jarak antar gedung ke jalan raya cukup jauh sehingga bising yang dihasilkan oleh jalan raya tidak terlalu berpengaruh.

Pengukuran *Background Noise* dilakukan untuk mengetahui bising latar belakang dari suatu ruangan agar dapat ditentukan besarnya SPL sumber yang sesuai. Gambar 4.2 menunjukkan grafik data *Background Noise* di dalam ruang.



**Gambar 4.2** Persebaran *Background Noise* pada frekuensi 1000 Hz

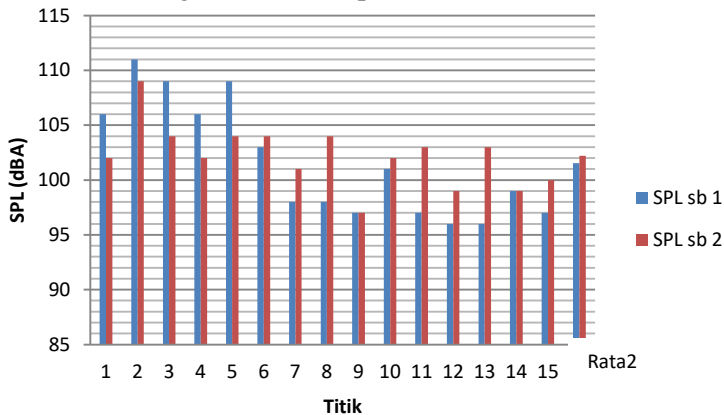
Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa *Background Noise* yang terjadi dalam ruang berkisar antara 30 – 40 dBA. Rentang ini berada pada NC 20 – 30 sehingga *Background Noise* yang terjadi dalam ruang sesuai dengan yang direkomendasikan berdasarkan fungsi ruangan yaitu sebagai ruang auditorium.

Jika dilihat dari persebarannya pada Gambar 4.2, *Background Noise* tertinggi berada pada titik 1, 2, 4, dan 5 karena posisi titik ini yang paling dekat dengan pintu. Sedangkan titik 3, 6 juga diperoleh *Background Noise* yang cukup tinggi karena mendapat pengaruh dari titik-titik yang dekat dengan pintu. Besarnya *Background Noise* di dekat pintu bisa disebabkan oleh celah pada pintu. Selain itu juga bisa disebabkan oleh material penyusun pintu yang terbuat dari kayu yang dilapisi busa dari dalam. Bahan-bahan yang baik untuk mengisolasi suara dari luar umumnya bersifat tebal dan keras. Material kayu dan busa pada

pintu kurang mampu dalam mengisolasi suara dari luar. Kayu yang dilapisi busa hanya mampu menyerap suara di dalam ruangan.

#### 4.1.2 Analisis Persebaran Tingkat Tekanan Suara (SPL)

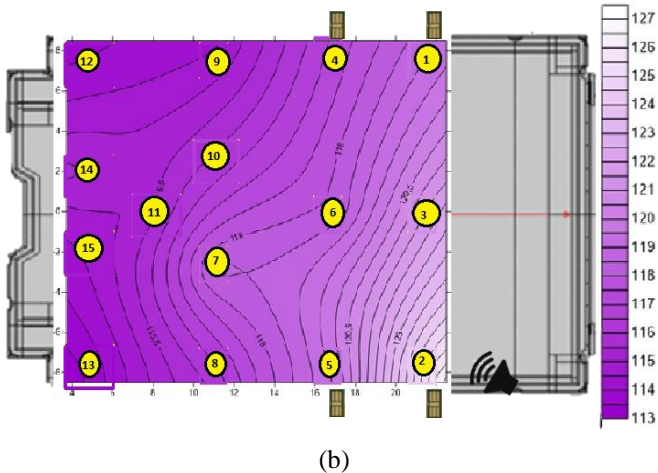
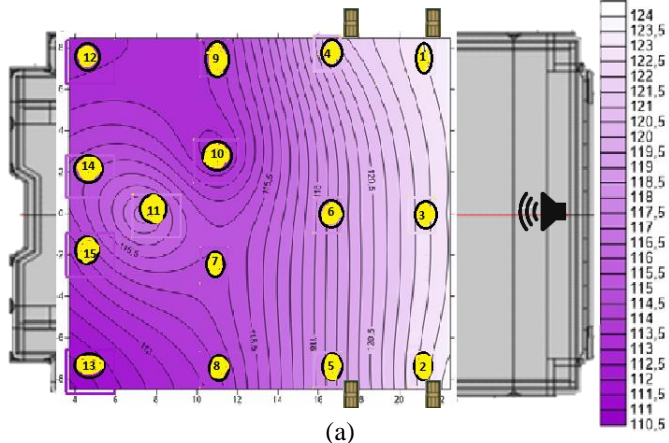
Pengukuran SPL dilakukan untuk mengetahui persebarannya dalam ruangan. Salah satu faktor yang membuat ruangan dikatakan memiliki kualitas akustik yang baik apabila memiliki persebaran SPL yang merata. Kemerataan SPL ditunjukkan oleh selisih desibel antara titik terdekat dan titik terjauh dari sumber suara tidak lebih dari 6 dBA. Data SPL didapatkan dari pengolahan sinyal suara menggunakan *software Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzer*. Gambar 4.4 menunjukkan grafik data SPL untuk sumber 1 dan sumber 2 di dalam ruang Gedung Cak Durasim dengan kondisi tanpa *audience*.



**Gambar 4.3** Grafik data SPL pada frekuensi 1000 Hz kondisi eksisting

Dari hasil pengukuran seperti tampak pada Gambar 4.3, terlihat bahwa perbedaan nilai SPL antara titik terdekat dan titik terjauh dari sumber untuk kedua letak sumber adalah 10 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa SPL yang terjadi di dalam ruangan belum merata karena selisih SPL antara titik terdekat dan terjauh dari sumber melebihi standard yaitu 6 dBA. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat pula dibuat plotting pemetaan seperti

yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4. Posisi sumber yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4 (a) dan (b) didasarkan pada sumber suara yang umumnya terjadi di ruangan tersebut. Selain untuk musik modern maupun pertunjukan yang sumber suaranya murni dari atas panggung, sumber suara juga dihasilkan oleh musik gamelan yang posisinya ditunjukkan oleh Gambar 4.4 (b).



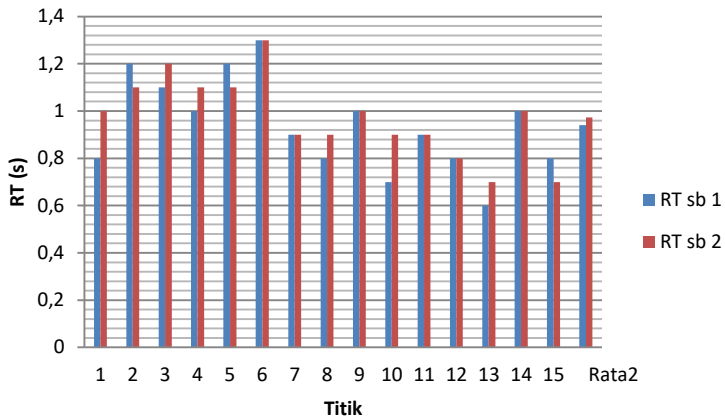
**Gambar 4.4** Persebaran SPL dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan

Dari Gambar 4.4 (a) dan (b), dapat diamati titik-titik di baris depan seperti titik 1, 2, dan 3 memiliki SPL tertinggi untuk sumber di tengah panggung sedangkan untuk sumber di tempat gamelan SPL tertinggi didapatkan pada titik 2. Kondisi ini diakibatkan oleh jarak titik-titik tersebut dekat dengan sumber sehingga titik-titik tersebut menerima lebih banyak suara langsung. Pada Gambar 4.4 (a) dan (b) juga dapat diamati bahwa semakin letak titik menjauhi sumber, warna persebaran SPL semakin gelap atau dengan kata lain mengalami pengurangan SPL. Dari hasil selisih SPL antara titik terdekat dan terjauh dari sumber yang melebihi 6 dBA dapat dikatakan bahwa persebaran SPL di ruangan tersebut belum merata. Belum meratanya SPL dapat disebabkan oleh banyaknya material penyusun ruang yang bersifat menyerap antara lain material kursi, karpet pada lantai, karpet pada dinding serta busa pada dinding dan pintu. Material penyusun ruang yang mayoritas bersifat menyerap menyebabkan suara yang dikeluarkan oleh sumber mengalami sedikit pantulan untuk tiba di titik terjauh.

#### 4.1.3 Analisis Waktu Dengung (RT)

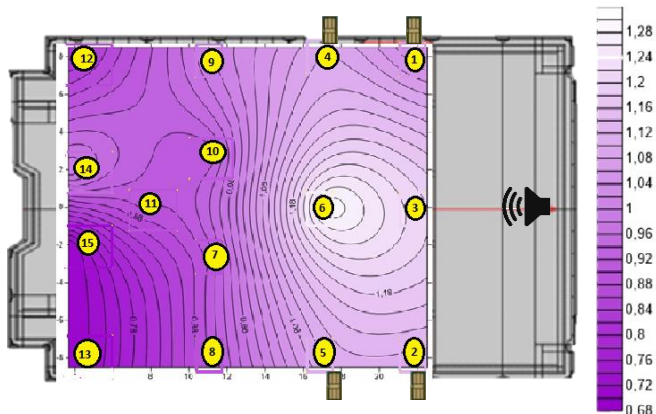
Pengukuran RT dilakukan untuk mengetahui kesan “hidup” atau “mati” suara yang terjadi di ruangan tersebut. Preferensi RT yang sesuai dengan fungsi ruangan sebagai ruang pertunjukan seni tradisional dan musik modern adalah 1,2 – 1,4 s (Suyatno, 2016). Metode pengukuran RT yang digunakan adalah metode EDT (*early decay time*). Pemilihan metode ini disebabkan oleh analisis yang difokuskan adalah analisis tentang persepsi pendengar terhadap kesan suara yang terjadi dalam ruangan. Berbeda dengan T30 yang lebih dikaitkan dengan karakteristik material penyusun ruangan, EDT lebih dikaitkan dengan persepsi pendengar terhadap kesan suara yang terjadi.

Dari pengukuran, data RT didapatkan dari pengolahan sinyal suara dengan menggunakan *software Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzer*. Gambar 4.5 menunjukkan data RT di dalam ruang Gedung Cak Durasim dengan kondisi tanpa *audience*.

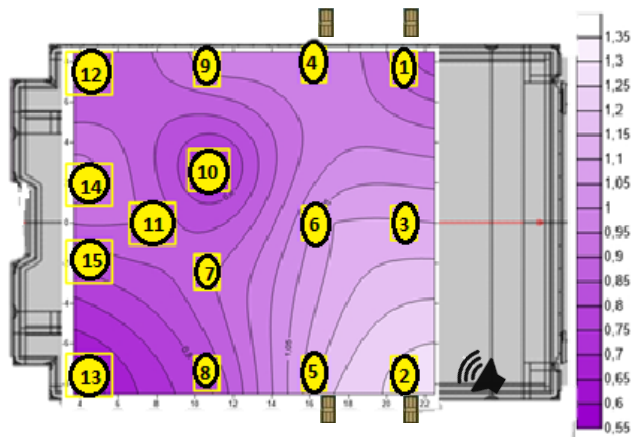


**Gambar 4.5** Grafik data RT pada kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz

Berdasarkan Gambar 4.5 tersebut terlihat bahwa nilai RT dari gedung adalah 0,6 s sampai 1,2 s. Nilai ini menunjukkan bahwa RT ruang terlalu pendek karena tidak sesuai dengan preferensi yaitu 1,2 s – 1,4 s. RT yang terlalu pendek menyebabkan kesan suara yang kurang “hidup” untuk ruang dengan fungsi pagelaran. Berdasarkan pada data RT tersebut dapat dibuat pemetaan persebaran seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.



(a)



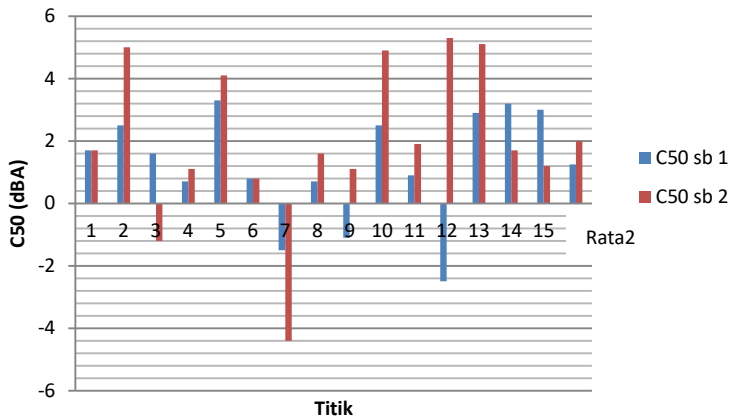
(b)

**Gambar 4.6** Persebaran RT dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan

Berdasarkan Gambar 4.6 (a) dan (b) didapatkan RT tertinggi berada pada titik 6 yaitu 1,3 s. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kubah yang berada di atas titik 6. Suara yang dihasilkan sumber terpusat di dalam kubah dan dipantulkan ke titik 6 lebih banyak daripada titik-titik yang lain. Tingginya RT dapat berpengaruh pada buruknya kejelasan suara di titik tersebut karena suara dengung yang diterima lebih banyak daripada suara langsung. Sedangkan RT terendah berada pada titik 13 yaitu 0,6 dan 0,7 s. Hal ini berarti suara yang dihasilkan dan kemudian diterima oleh titik 13 merupakan suara yang mengalami pantulan-pantulan pertama atau yang biasa dikenal dengan *early reflections*. Selain itu dapat juga disebabkan oleh material penyusun di sekitar titik 13 yaitu dinding yang dilapisi busa. Suara yang tiba di dinding berlapis busa mengalami sedikit pantulan karena lebih banyak yang terserap sehingga menyebabkan RT di titik 13 rendah.

#### 4.1.4 Analisis Nilai Kejelasan Suara Ucapan ( $C_{50}$ )

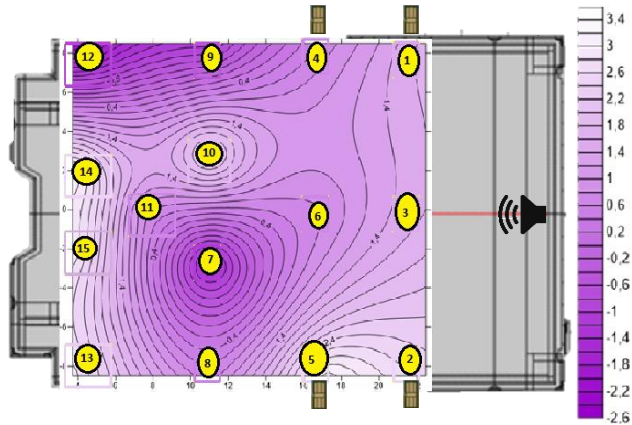
Selain digunakan untuk kegiatan musik, Gedung Cak Durasim juga sering digunakan untuk pertunjukan komedi tradisional seperti ludruk dimana lebih mengedepankan suara ucapan daripada musik. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengukuran parameter kejelasan suara ucapan atau  $C_{50}$ .  $C_{50}$  merupakan parameter yang membandingkan antara energi suara langsung pada 50 ms pertama dengan energi suara pantulnya. Preferensi  $C_{50}$  yang digunakan adalah  $-4 - 4$  dB. Data  $C_{50}$  didapatkan dari pengolahan sinyal suara menggunakan *software Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzer*. Gambar 4.7 menunjukkan data  $C_{50}$  di dalam ruang Gedung Cak Durasim dengan kondisi tanpa *audience*.



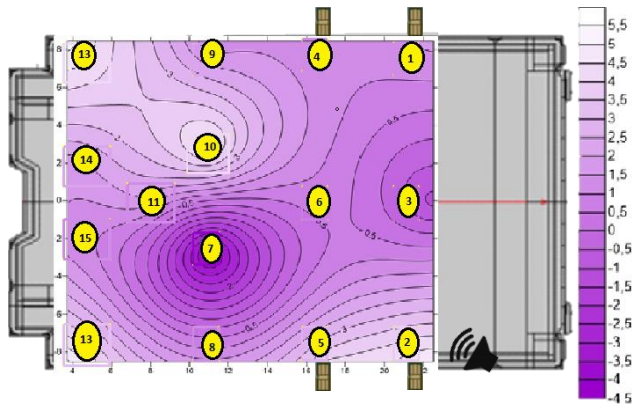
**Gambar 4.7** Grafik data  $C_{50}$  kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz

Berdasarkan Gambar 4.7 tersebut terlihat bahwa nilai  $C_{50}$  dari gedung adalah  $-4$  dB sampai  $5$  dB. Meskipun nilai  $C_{50}$  yang dihasilkan sesuai dengan rentang preferensi, namun di tiap titik pada grafik tidak didapatkan nilai yang mendominasi. Jadi kejelasan suara ucapan (*speech*) dalam ruang tersebut belum bisa dikatakan baik. Berdasarkan pada data  $C_{50}$  tersebut dapat dibuat pemetaan persebaran seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8.





(a)



(b)

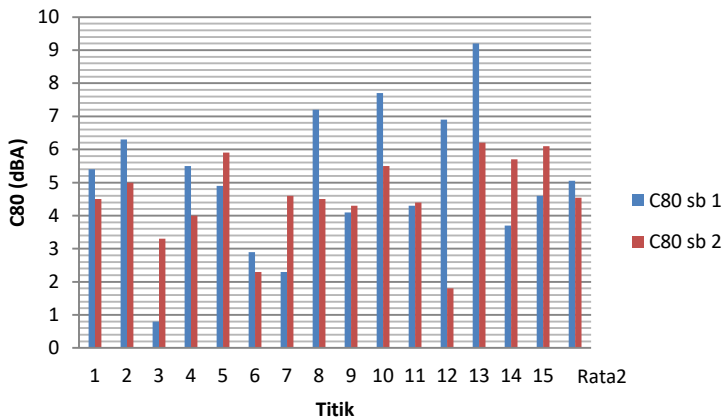
**Gambar 4.8** Persebaran  $C_{50}$  dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diamati bahwa nilai  $C_{50}$  yang terjadi sudah berada dalam rentang preferensi yaitu  $-4 - 4$  dB hampir di tiap titik. Namun persebaran  $C_{50}$  belum bisa dikatakan baik karena tidak ada warna yang mendominasi. Jika dilihat pada Gambar 4.8 terdapat titik yang memiliki nilai  $C_{50}$  paling buruk yaitu titik 7. Hal ini dapat disebabkan oleh kayu-kayu pembatas di antara titik 7 dan titik 10 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Suara yang keluar dari sumber bisa jadi menabrak kayu

pembatas yang bersifat reflektif sehingga suara mengalami banyak pantulan di titik 7. Titik yang menerima lebih banyak pantulan mengartikan bahwa suara yang terdengar lebih dengung sehingga kurang jelas atau memiliki nilai  $C_{50}$  yang kecil. Nilai  $C_{50}$  pada titik 7 sebesar -4,4 dB menjelaskan bahwa perbandingan suara di 0 – 50 ms lebih kecil daripada energi suara setelahnya. Energi suara di atas 50 ms dianggap sebagai suara yang merusak. Semakin tinggi nilai  $C_{50}$  maka semakin baik kejelasan suara ucapan yang terdengar.

#### 4.1.5 Analisis Nilai Kejelasan Suara Musik ( $C_{80}$ )

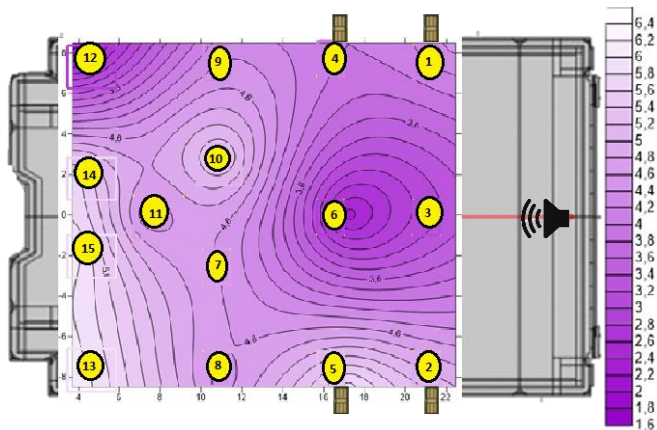
Pengukuran  $C_{80}$  dilakukan untuk mengetahui kejelasan suara musik dalam ruangan. Preferensi  $C_{80}$  yang digunakan adalah -5 – 5 dBA. Data  $C_{80}$  didapatkan dari pengolahan sinyal suara menggunakan *software Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzer*. Gambar 4.9 menunjukkan data  $C_{80}$  di dalam ruang Gedung Cak Durasim dengan kondisi tanpa *audience*.



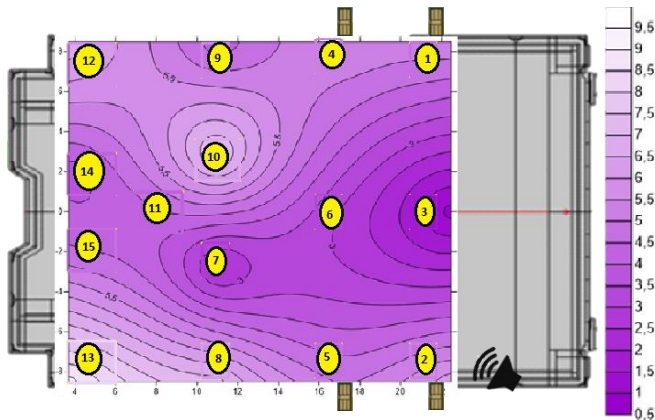
**Gambar 4.9** Grafik data  $C_{80}$  kondisi eksisting pada frekuensi 1000 Hz

Berdasarkan Gambar 4.9 tersebut terlihat bahwa nilai  $C_{80}$  dari gedung adalah 0 dB sampai 10 dB. Beberapa titik memiliki nilai  $C_{80}$  yang melebihi preferensi. Hal ini berkaitan dengan pendeknya waktu dengung dalam ruang sehingga suara musik yang dihasilkan sangat jelas namun kurang dengung. Selain itu

meskipun di beberapa titik nilai  $C_{80}$  yang dihasilkan sesuai dengan rentang preferensi, namun tidak didapatkan nilai yang mendominasi. Jadi kejelasan suara musik dalam ruang tersebut belum bisa dikatakan baik. Berdasarkan pada data  $C_{80}$  tersebut dapat dibuat pemetaan persebaran seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10.



(a)

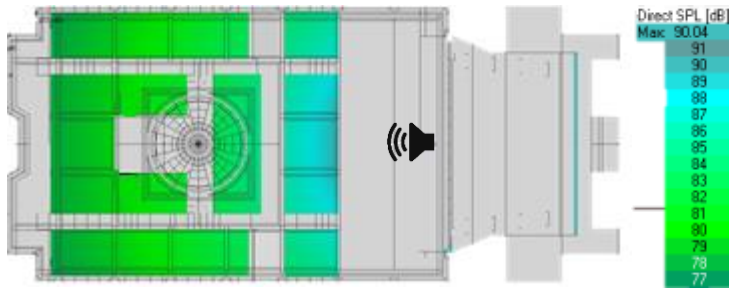


(b)

**Gambar 4.10** Persebaran  $C_{80}$  dalam ruangan dengan letak sumber (a) di tengah panggung dan (b) di tempat gamelan

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diamati bahwa  $C_{80}$  yang terjadi dalam ruangan belum merata. Di beberapa titik nilai  $C_{80}$  yang didapat melebihi rentang preferensi. Nilai  $C_{80}$  yang melebihi rentang preferensi menjelaskan bahwa kejelasan musik di ruangan tersebut sangat baik karena perbandingan suara di 0 – 80 ms lebih besar daripada energi suara setelahnya. Hal ini berarti suara musik yang diterima oleh pendengar mayoritas adalah suara langsung dan suara pantulan-pantulan pertama (*early reflections*). Semakin tinggi nilai  $C_{80}$  maka semakin baik kejelasan suara musik yang terdengar. Ruang Gedung Cak Durasim memiliki bentuk dan material penyusun ruang yang simetri. Persebaran SPL dan waktu dengung yang dihasilkan simetri namun pada persebaran  $C_{50}$  maupun  $C_{80}$  untuk letak sumber di tengah panggung didapatkan hasil yang tidak simetri. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor tertentu yang tidak diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Dari semua parameter yang telah dianalisis didapatkan bahwa hasil nilai-nilai parameter baik dengan sumber di tengah panggung maupun sumber di tempat gamelan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini berarti ruangan gedung Cak Durasim cukup *diffuse*. Untuk mengatasi permasalahan persebaran SPL,  $C_{50}$ , dan  $C_{80}$  yang kurang merata serta RT yang terlalu pendek perlu dilakukan perlakuan berupa penambahan *loudspeaker* dalam ruang tersebut. Penambahan *loudspeaker* dilakukan melalui simulasi menggunakan *software EASE*. Namun sebelum itu dilakukan simulasi kondisi eksisting tanpa sistem tata suara untuk dibandingkan dengan hasil pengukuran. Hasil simulasi persebaran SPL pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Hasil simulasi persebaran SPL pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara pada frekuensi 1000 Hz

Berdasarkan Gambar 4.11 didapatkan besarnya SPL di titik terdekat dari sumber adalah 90 dBA dan di titik terjauh dari sumber adalah 78 dBA. Dari hasil tersebut diketahui bahwa selisih SPL antara titik terdekat dan terjauh dari sumber adalah 12 dBA. Pada Gambar 4.5 (a) didapatkan selisih SPL antara titik terdekat dan terjauh dari sumber hasil pengukuran adalah 10 dBA. Telinga manusia kurang mampu membedakan suara dengan selisih SPL 2 dBA, oleh sebab itu hasil-hasil tersebut menjelaskan bahwa persebaran SPL antara hasil simulasi dan hasil pengukuran adalah sama. Jadi bisa dikatakan simulasi parameter akustik ruang menggunakan *software EASE* adalah benar.

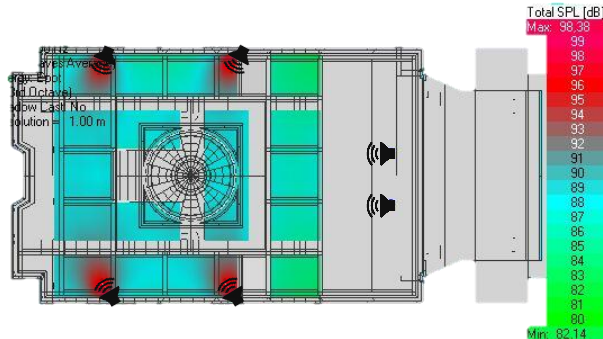
Simulasi yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan parameter akustik ruang pada hasil pengukuran adalah simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara dan simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara.

### **4.3 Analisis data hasil simulasi parameter akustik ruang kondisi eksisting dengan sistem tata suara**

Berikut ini dibahas analisis data hasil simulasi parameter akustik ruang kondisi eksisting dengan sistem tata suara.

#### **4.2.1 Analisis data simulasi SPL**

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil SPL yang persebarannya ditunjukkan oleh Gambar 4.12.

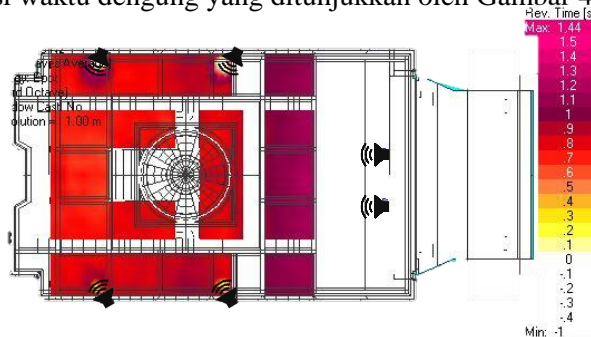


**Gambar 4.12** Hasil persebaran SPL pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.12 didapatkan persebaran SPL yang sudah cukup merata. Namun pada titik-titik di dekat sumber, SPL yang dihasilkan terlalu besar dibandingkan titik-titik lainnya sehingga suara yang terdengar terlalu keras dan menimbulkan kurang-nyamanan penonton yang duduk di daerah tersebut. Oleh sebab itu perlu dilakukan simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara agar dihasilkan persebaran SPL yang merata di setiap titik.

#### 4.2.2 Analisis data simulasi waktu dengung (RT)

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi waktu dengung yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13.

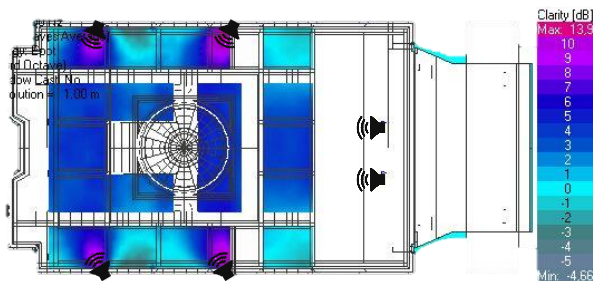


**Gambar 4.13** Hasil distribusi RT pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.13 didapatkan rata-rata RT adalah 0,85 s. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa RT yang dihasilkan terlalu pendek karena tidak termasuk ke dalam rentang preferensi RT yang ditentukan yaitu 1,2 – 1,4 s. RT yang terlalu pendek menyebabkan kesan suara yang dihasilkan dalam ruang tersebut kurang “hidup”.

#### 4.2.3 Analisis data simulasi kejelasan suara ucapan ( $C_{50}$ )

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi  $C_{50}$  dalam Gedung Cak Durasim yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14.

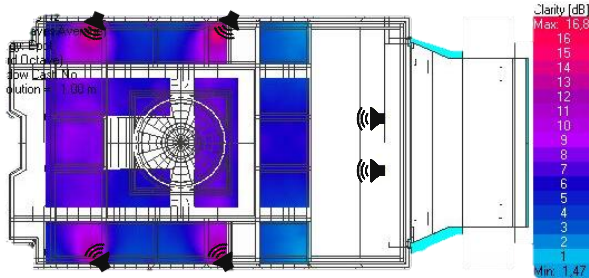


**Gambar 4.14** Hasil distribusi  $C_{50}$  pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.14 didapatkan rata-rata  $C_{50}$  adalah 3,01 dB. Diketahui bahwa hasil simulasi sudah mencapai target yang ditentukan yaitu berada pada rentang -4 – 4 dB. Jika dilihat dari distribusi pada Gambar 4.14, selisih maksimal dan minimal pada simulasi ini mencapai kurang lebih 17 dB. Hasil distribusi pada simulasi ini menjelaskan bahwa kejelasan suara ucapan sudah cukup baik namun terjadi tidak merata di tiap titik.

#### 4.2.4 Analisis data simulasi kejelasan suara musik ( $C_{80}$ )

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi  $C_{80}$  di dalam Gedung Cak Durasim yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



**Gambar 4.15** Hasil distribusi  $C_{80}$  pada simulasi kondisi eksisting dengan sistem tata suara

Pada Gambar 4.15 didapatkan rata-rata  $C_{80}$  adalah 6,37 dB. Dari hasil simulasi diketahui bahwa nilai  $C_{80}$  yang didapatkan melebihi rentang preferensi. Jika dilihat dari distribusi pada Gambar 4.15, simulasi ini menghasilkan distribusi dengan selisih maksimal dan minimal kurang lebih 15 dB. Hasil distribusi pada simulasi ini menjelaskan bahwa kejelasan suara musik sudah baik namun tidak merata di tiap titik.

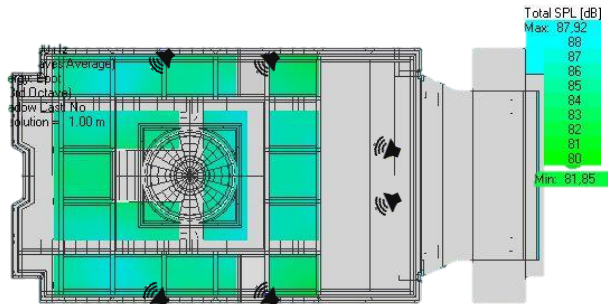
#### 4.3 Analisis data hasil simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara

Berikut ini dibahas analisis data hasil simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara. Simulasi dilakukan dengan *loudspeaker* di sisi kanan dan kiri gedung yang diletakkan di dinding serta pengubahan arah untuk semua *loudspeaker*.

##### 4.3.1 Analisis data simulasi SPL

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil SPL yang persebarannya ditunjukkan oleh Gambar 4.16.



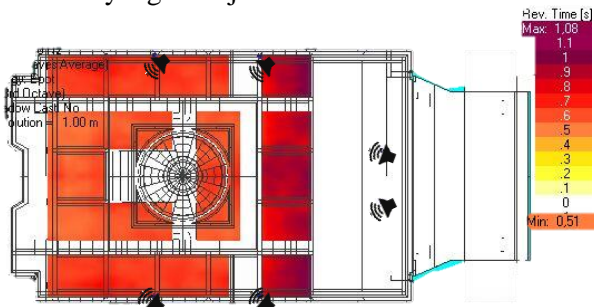


**Gambar 4.16** Hasil persebaran SPL pada simulasi alternatif perbaikan tata suara

Berdasarkan Gambar 4.16 didapatkan persebaran SPL yang sudah merata dengan selisih SPL maksimal dan minimalnya 6 dBA. Meskipun pada Gambar 4.16 terlihat pola warna yang memberi kesan tidak merata namun selisih SPL yang terjadi tidak melebihi 6 dBA sehingga tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Karena faktor ketinggiannya, *loudspeaker* yang diletakkan di dinding lebih efektif dalam menyebarkan suara daripada *loudspeaker* yang diletakkan di lantai menggunakan tripod.

#### 4.3.2 Analisis data simulasi waktu dengung (RT)

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi RT yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17.

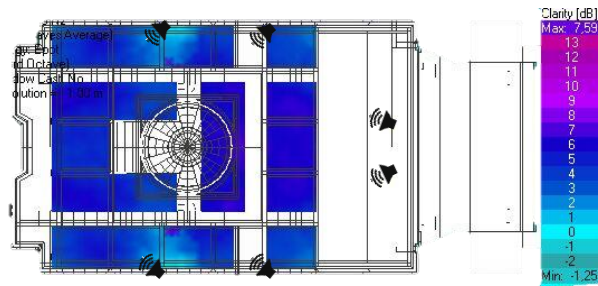


**Gambar 4.17** Hasil distribusi RT pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.17 didapatkan rata-rata RT untuk simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara adalah 0,68 s. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa RT yang dihasilkan masih terlalu pendek sehingga kesan suara yang dihasilkan masih kurang “hidup”. Penambahan *loudspeaker* menyebabkan suara yang diterima pendengar lebih banyak suara langsung daripada suara pantulnya. Hal ini dapat diatasi dengan cara mengubah material penyusun ruang dengan bahan yang bersifat lebih reflektif atau dengan melakukan pengaturan pada *sound system* agar dihasilkan suara dengan dengung yang sesuai jika tidak diinginkan adanya pengubahan konstruksi bangunan.

#### 4.3.3 Analisis data simulasi kejelasan suara ucapan ( $C_{50}$ )

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi  $C_{50}$  dalam Gedung Cak Durasim yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



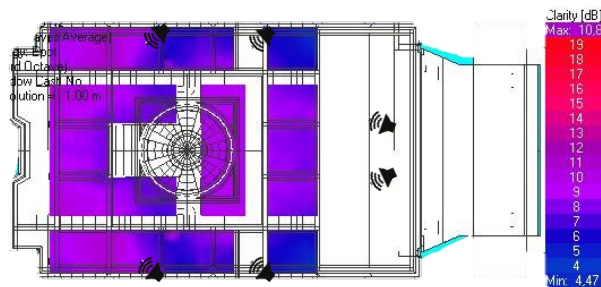
**Gambar 4.18** Hasil distribusi  $C_{50}$  pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.18 didapatkan rata-rata  $C_{50}$  adalah 4,53 dB. Pada simulasi ini hasil  $C_{50}$  yang didapat melebihi preferensi yang ditentukan yaitu  $C_{50}$  yang berada pada rentang -4 – 4 dB. Hal ini menjelaskan bahwa penambahan *loudspeaker* menyebabkan energi suara di 0 – 50 ms atau yang dikenal dengan suara langsung lebih besar daripada energi suara setelahnya. Hal ini juga berkaitan dengan waktu dengung dimana nilai waktu dengung yang kecil berpengaruh pada kejelasan suara ucapan yang semakin baik atau nilai  $C_{50}$  besar. Jika dilihat dari distribusi

pada Gambar 4.18, simulasi alternatif perbaikan ini menghasilkan distribusi yang lebih baik daripada simulasi sistem tata suara kondisi eksisting dengan selisih maksimal dan minimal kurang lebih 8 dB. Hasil distribusi pada simulasi ini menjelaskan bahwa kejelasan suara ucapan yang sangat baik terjadi merata hampir di tiap titik.

#### 4.3.4 Analisis data simulasi kejelasan suara musik ( $C_{80}$ )

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil distribusi  $C_{80}$  di dalam Gedung Cak Durasim yang ditunjukkan oleh Gambar 4.19.



**Gambar 4.19** Hasil distribusi  $C_{80}$  pada simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara

Berdasarkan Gambar 4.19 didapatkan rata-rata  $C_{80}$  adalah 8,23 dB. Dari hasil simulasi diketahui bahwa nilai  $C_{80}$  yang didapat melebihi preferensi. Hal ini terjadi karena penambahan *loudspeaker* menyebabkan suara yang diterima oleh pendengar mayoritas adalah suara langsung. Jadi nilai  $C_{80}$  yang melebihi preferensi berarti kejelasan suara yang terjadi sangat baik. Hal ini juga berkaitan dengan waktu dengung dimana nilai waktu dengung yang kecil berpengaruh pada kejelasan suara musik yang semakin baik atau nilai  $C_{80}$  besar. Namun jika dilihat dari distribusi pada Gambar 4.19, simulasi alternatif perbaikan ini menghasilkan distribusi yang lebih baik daripada simulasi sistem tata suara kondisi eksisting dengan selisih maksimal dan minimal kurang lebih 6 dB. Hasil distribusi pada simulasi ini menjelaskan

bahwa kejelasan suara musik yang sangat baik terjadi merata hampir di tiap titik.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengukuran, analisis, dan simulasi didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Persebaran SPL,  $C_{50}$ , dan  $C_{80}$  belum merata pada kondisi eksisting tanpa sistem tata suara serta waktu dengung (RT) yang belum memenuhi preferensi
2. Simulasi sistem tata suara pada kondisi eksisting masih menghasilkan masalah akustik khususnya di titik-titik dekat *loudspeaker*
3. Simulasi alternatif perbaikan sistem tata suara mampu memberikan hasil distribusi SPL,  $C_{50}$ , dan  $C_{80}$  yang sudah merata namun untuk waktu dengung (RT) masih belum memenuhi preferensi.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk Gedung Cak Durasim adalah perlu dilakukan penambahan atau pengubahan material penyusun ruang yang bersifat reflektif di bagian langit-langit agar waktu dengung yang terjadi lebih tinggi dan kesan suara yang terjadi lebih “hidup”. Namun jika tidak ingin mengubah konstruksi ruang, saran yang bisa diberikan adalah pengaturan sebaik mungkin pada *sound system* agar dihasilkan suara yang terdengar “hidup”.

*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## DAFTAR PUSTAKA

- Ando, Y. (1998). *Architectural Acoustics: Blending sound source, sound fields, and listener*. Springer.
- Asmoro, W. (2007). The Determination of Acoustical Absorbing Materials in The Al-Marwah Room of Al Akbar Mosque in Surabaya using Objective Parameters Approximation. *Majalah IPTEK*, 41-48.
- Barron, M. (2009). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. USA: Spon Press.
- Beranek, L. L. (1957). *Revised criteria for noise in buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Beranek, L. L. (1960). *Noise Reduction*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Doelle, L. L. (1972). *Environmental Acoustic*. New York: McGraw-Hill.
- Everest, F. A. (2001). *The Master Handbook of Acoustics*. New York: McGraw Hill.
- Gjers, E. L. (2014). *Stage Acoustics in Concert Halls : a study of musician acoustical environment*. Sweden: Chalmers University of Technology.
- Howard, D., & Angus, J. (2009). *Acoustics and Psychoacoustics*. USA: Elsevier Ltd.
- ISO 3382-1-2009: *Acoustics - Measurements of room acoustic parameters - Part 1: Performance spaces*. International Organisation for Standardisation (ISO).

- Kerja, M. T. (1999). *Keputusan No. 51 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*.
- Kuttruff, H. (2000). *Room Acoustics*. USA: Spon Press.
- Pangesti, dkk. (2015). *Redesain Interior Gedung Seni Pertunjukan Cak Durasim Surabaya berdasarkan Akustik Ruangan*. Malang: Jurusan Arsitektur UB.
- Prasetio, L. (2003). *Elektro Akustik*. Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- R.B. Newman (1974). *Acoustics Time-Saver Standards for Architectural Design Data*. New York: McGraw-Hill
- Ribeirio, M. R. (2002). *Room Acoustic Quality of A Multipurpose Hall : A Case Study*. International Conference : Architectural Acoustic and Sound Reinforcement.
- Suyatno. (2016). *Pengembangan Parameter Desain Akustik Ruang Pagelaran Gamelan Jawa*. Bandung: ITB.



## LAMPIRAN

### 1. Data SPL (dBA) di tiap frekuensi hasil pengukuran

**SPL (dBA) Sumber 1**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	94	97	101	106	107	112
2	98	107	104	111	108	111
3	94	100	112	109	109	109
4	84	98	104	106	107	109
5	81	102	103	109	103	106
6	82	93	110	103	100	106
7	77	93	104	98	100	104
8	76	92	99	98	101	103
9	74	93	99	97	98	104
10	78	91	97	101	98	100
11	80	96	108	97	99	107
12	76	88	96	96	99	104
13	75	86	98	96	95	101
14	78	92	100	99	97	103
15	78	92	102	97	98	101
Rata2	82	95	102	101	101	105

**SPL (dBA) Sumber 2**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	88	98	103	102	106	110
2	92	103	112	109	114	114
3	93	104	103	104	106	116
4	85	96	104	102	102	106
5	79	95	103	104	106	110
6	83	93	102	104	104	106
7	80	96	107	101	103	103
8	81	92	101	104	103	108
9	80	92	98	97	99	102
10	84	95	99	102	101	104
11	83	96	99	103	101	102
12	75	89	96	99	102	104
13	79	92	98	103	99	97
14	74	95	99	99	102	102
15	77	92	101	100	100	99
Rata2	82	95	102	102	103	106

## 2. Data EDT (s) di tiap frekuensi hasil pengukuran

EDT (s) Sumber 1

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	1,1	1,3	1,2	1	1,1	1,1
2	0,7	0,7	1,2	1,1	1,1	0,9
3	0,6	1,3	0,9	1,2	0,9	1
4	0,8	1	1	1,1	1,1	0,9
5	1,4	0,7	1,2	1,1	0,9	1
6	0,8	1,1	0,7	1,3	1	0,9
7	1	0,7	1,1	0,9	0,9	0,7
8	1,1	0,9	1,1	0,9	0,8	0,9
9	1	0,7	1,1	1	1	0,8
10	1	1	1	0,9	1	1
11	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8	0,5
12	1,2	1	1	0,8	0,8	0,8
13	1	0,8	1	0,7	0,8	0,8
14	0,6	1	0,8	1	0,7	0,7
15	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
Rata2	0,91	0,94	0,98	0,97	0,91	0,85

EDT (s) Sumber 2

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	0,2	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9
2	0,9	1,4	1,3	1,3	1,1	1
3	0,6	0,7	1	1,1	1,1	1,1
4	0,9	1	0,7	1	1	0,9
5	1,2	1,1	1,3	1,2	1,1	1
6	1,2	1,1	1,1	1,1	1	0,9
7	0,9	1,1	0,8	0,9	1	0,9
8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8
9	1	0,9	1,2	1	0,8	0,8
10	0,6	0,8	1,1	0,7	0,7	0,4
11	0,7	0,9	1,2	0,9	0,8	0,7
12	0,7	0,7	1,2	0,8	0,7	0,7
13	0,4	1,1	0,9	0,6	0,6	0,7
14	1,2	1	1,1	1	0,8	0,7
15	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7
Rata2	0,81	0,97	1,04	0,93	0,89	0,81

### 3. Data C50 (dB) di tiap frekuensi hasil pengukuran

**C50 (dB) Sumber 1**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	0,2	-2,5	-3,8	1,7	0,5	1,4
2	3,6	4,1	-4,7	2,5	-1,4	-0,9
3	3,3	-2,9	2	1,6	2,7	0,6
4	-1,4	-3,5	0,5	0,7	0,4	0,2
5	-3,3	3,3	-1,3	3,3	-0,9	-1,8
6	3,9	-1,1	4,5	0,8	0,8	1,6
7	-4,3	-5,2	0,6	-1,5	1,6	2,8
8	-6,6	-3,1	1,8	0,7	0,6	2,3
9	-6,5	-0,6	-2,1	-1,1	-0,3	1,5
10	-6,1	-11,2	-1	2,5	-0,6	0,2
11	4,5	1	1,3	0,9	1,4	4,7
12	-5,4	-2,6	-4	-2,5	1,6	3,5
13	-1,3	-4,3	0,8	2,9	0,4	3,6
14	1,7	-0,6	-2,3	3,2	-1,1	3,6
15	5,6	-2,5	1,7	3	1,6	3
Rata2	-0,81	-2,11	-0,4	1,25	0,49	1,75

**C50 (dB) Sumber 2**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	10,8	1,3	1,7	1,7	3,4	2,2
2	4,9	1,9	5,4	5	5,5	5,9
3	3,8	6,8	1,2	-1,2	1,6	6,6
4	4,5	3	1,7	1,1	1,4	1,9
5	-5,9	0,5	-0,6	4,1	2,9	3,9
6	-2,2	-3,5	-2,3	0,8	1,1	1,7
7	-5,5	1,9	4,4	-4,4	2,3	2,4
8	0,1	-8,3	1,5	1,6	3,5	5,5
9	4,3	0,4	0,2	1,1	3,3	3,5
10	4,7	-3,6	0	4,9	5	6,6
11	-0,6	2,1	-1,4	1,9	3,1	1,9
12	0,5	1	-0,3	5,3	6,9	6,4
13	2,9	4,7	3,5	5,1	3,2	0,2
14	-4,6	2	0	1,7	4,2	3,8
15	1,1	-2	1,3	1,2	3,4	1,7
Rata2	1,25	0,55	1,09	1,99	3,39	3,61

#### 4. Data C80 (dB) di tiap frekuensi hasil pengukuran

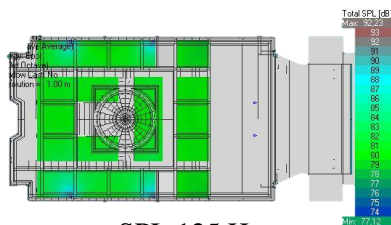
**C80 (dB) Sumber 1**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	3,5	-1,4	-1,7	4,5	4,6	4,4
2	11,1	6,6	-2,2	5	1,9	4,1
3	7,1	1,9	6	3,3	4,9	3,4
4	0,2	-2,5	2,1	4	3,6	3,9
5	0,3	6,8	2,2	5,9	3,7	3
6	6,4	1,8	7,2	2,3	2,8	4,5
7	1,2	4,2	4,6	4,6	5,1	6,8
8	-3,4	3	3,3	4,5	5,3	5,6
9	-2,1	6	2,3	4,3	3,4	5,1
10	0	3,2	1,8	5,5	2	3,6
11	5,5	3,1	5,4	4,4	5	9,2
12	-1,7	2,6	3,5	1,8	4,2	6
13	1,5	4	3,6	6,2	4,7	6,7
14	7,1	2,8	4	5,7	4,6	7,1
15	8,1	4,9	7,1	6,1	6,9	5,8
Rata2	2,99	3,13	3,28	4,54	4,18	5,28

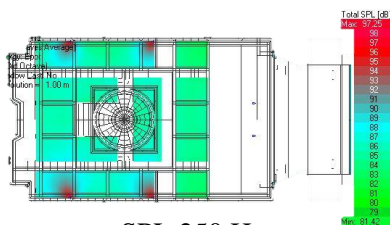
**C80 (dB) Sumber 2**

Titik	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	12,4	5,7	4,4	5,4	5,8	5
2	5,7	3,2	6,7	6,3	6,9	7,4
3	9,7	8,5	3,3	0,8	4,2	8,5
4	6,6	4,2	6,5	5,5	3,4	4,4
5	-5,5	1,9	2,4	4,9	4,4	5
6	3,1	-1,6	0,4	2,9	3,6	4,1
7	0,4	3,9	6,4	2,3	5,5	5,3
8	2,5	-3,8	3,5	7,2	5,7	8
9	7,6	4,4	1,8	4,1	6,5	6,1
10	7,4	5,1	2,3	7,7	7,6	9,4
11	3,1	5,2	0,7	4,3	5,5	5,5
12	2,6	4	4,1	6,9	8,7	8,5
13	9,4	6,2	4,7	9,2	7,7	5,7
14	0,5	4,2	2	3,7	6,6	6,1
15	3,9	3,7	7,1	4,6	6,1	5,6
Rata2	4,63	3,65	3,75	5,05	5,88	6,31

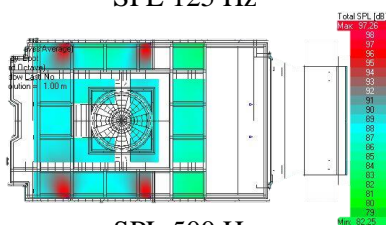
## 5. Hasil simulasi pada kondisi eksisting dengan sistem tata suara di tiap frekuensi



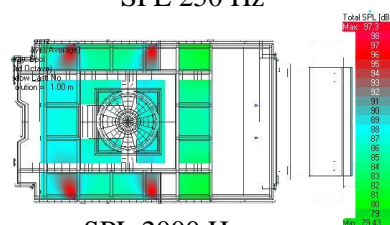
SPL 125 Hz



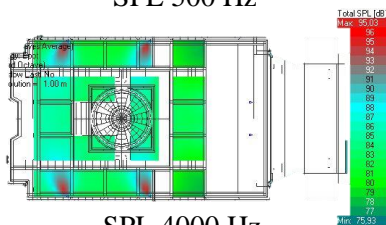
SPL 250 Hz



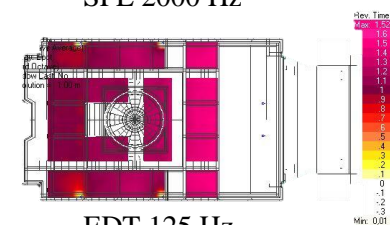
SPL 500 Hz



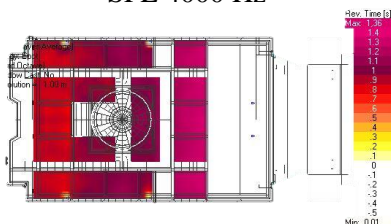
SPL 2000 Hz



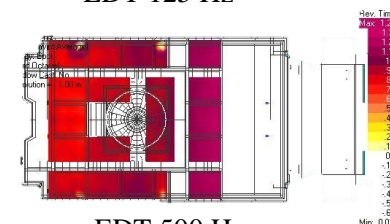
SPL 4000 Hz



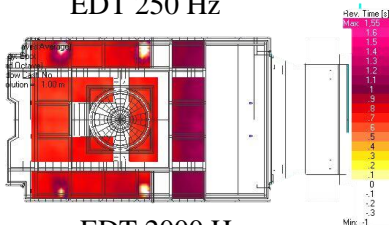
EDT 125 Hz



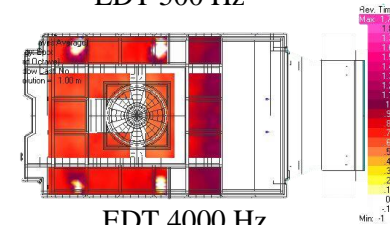
EDT 250 Hz



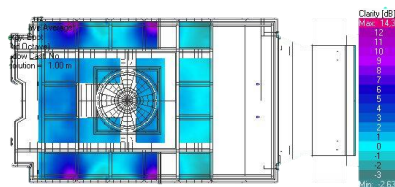
EDT 500 Hz



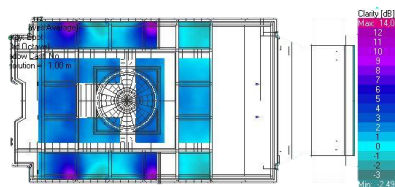
EDT 2000 Hz



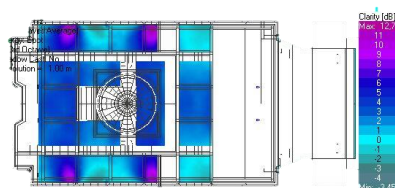
EDT 4000 Hz



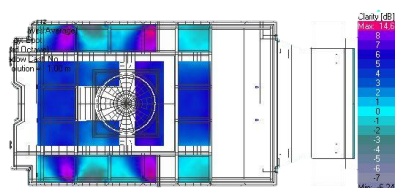
C50 125 Hz



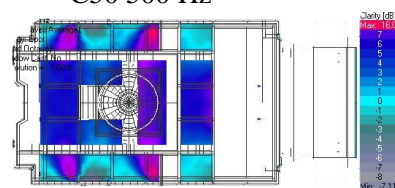
C50 250 Hz



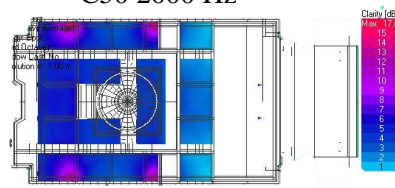
C50 500 Hz



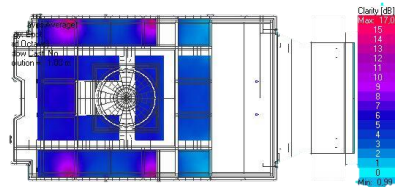
C50 2000 Hz



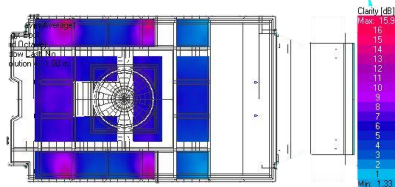
C50 4000 Hz



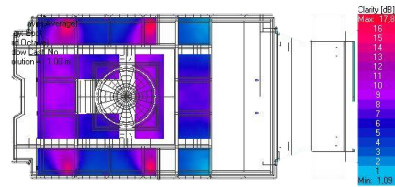
C80 125 Hz



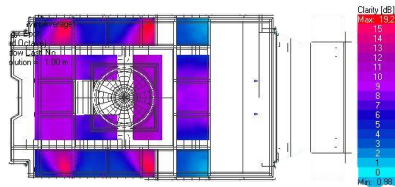
C80 250 Hz



C80 500 Hz

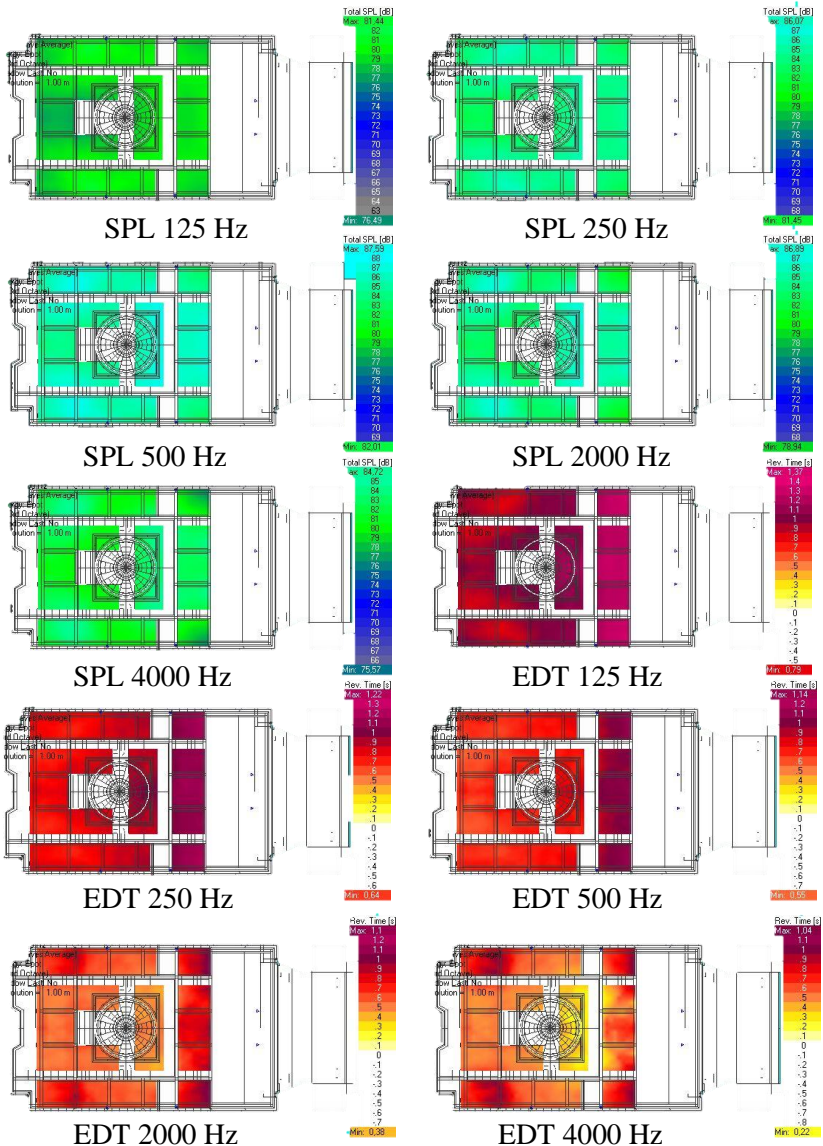


C80 2000 Hz

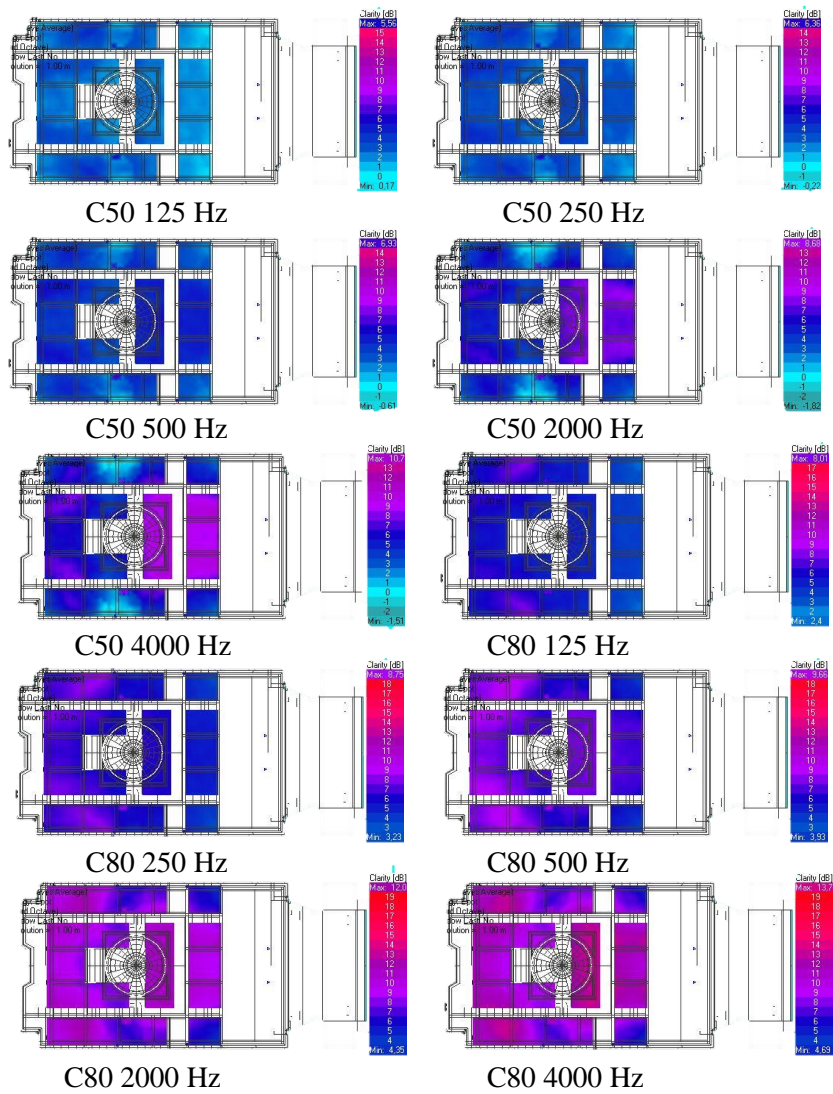


C80 4000 Hz

## 6. Hasil Simulasi 2 di tiap frekuensi









## BIODATA PENULIS



Retno Ajeng Pratiwi, lahir pada Sabtu, 9 November 1996 di Bekasi, Jawa Barat. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Menempuh pendidikan jenjang awal di SD Negeri Aren Jaya XI Bekasi pada tahun 2002-2008. Kemudian melanjutkan studi di SMP Negeri 11 Bekasi pada tahun 2008-2011. Kemudian melanjutkan studi di SMA Negeri 2 Bekasi pada tahun 2011-2014. Meneruskan pendidikan S1 di jurusan fisika FIA ITS pada tahun 2014. Selama menjalani jenjang S1, penulis aktif mengikuti kegiatan keorganisasian. Menjadi Staff Departemen PSDM di Unit Kegiatan Musik ITS pada periode 2015-2016, serta menjadi Sekretaris Unit Kegiatan Musik ITS pada periode 2016-2017.

Harapan pribadi dari penulis adalah mampu menjadi wirausaha yang mampu menunjang kemajuan Negara Indonesia.  
(rajengpratiwi.rap@gmail.com)